

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



**6TH EUROPEAN CONFERENCE
ON ENERGY EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY
IN ARCHITECTURE AND PLANNING**

RUFINO J. HERNÁNDEZ MINGUILLÓN, VÍCTOR ARAÚJO CORRAL, RAFFAELINA LOI (Editors)

EDITORES

Rufino J. Hernández Minguillón
Víctor Araújo Corral
Raffaelina Loi

DISEÑO Y COORDINACIÓN

Víctor Araújo Corral
Raffaelina Loi
Sara de Maintenant López

EDITA

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea,
Servicio Editorial/Argitalpen Zerbitzua, 2015.
ISBN: 978-84-9082-182-4

**6TH EUROPEAN CONFERENCE
ON ENERGY EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY
IN ARCHITECTURE AND PLANNING**

6º CONGRESO EUROPEO
SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD
EN ARQUITECTURA Y URBANISMO

Donostia-San Sebastián, 29 Junio - 1 Julio 2015

Cities at risk: resiliencie and redundancy

XXXIV Cursos de Verano / XXXIV. Uda Ikastaroak
XXVII Cursos europeos / XXVII. Europar Ikastaroak

COMITÉ ORGANIZADOR
ORGANIZING COMMITTEE

Rufino J. Hernández Minguillón (Director)
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Raffaelina Loi
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Víctor Araújo
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

COMITÉ TÉCNICO
TECHNICAL COMMITTEE

Sara de Mantenat López
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Aritz Pérez Berra
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

COMITÉ CIENTÍFICO
SCIENTIFIC COMMITTEE

Servando Álvarez
Universidad de Sevilla

Fernando Bajo
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Javier Cenicacelaya
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Víctor Echarri
Universidad de Alicante

Helena Granados
Arquitecta

Agustín Hernández
Universidad Politécnica de Madrid

Rufino J. Hernández
UPV/EHU

Iñaki Mendizabal
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Eduardo de Oliveira
Universidade de Porto. Agencia de Energía de Porto

Judith Ryser
International Society of City and Regional Planners

Jose María Sala
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

Matheos Santamouris
Universidad de Atenas

Alvaro Soto
Universidad Politécnica de Madrid

Isabela Velazquez
Arquitecta

UPV/EHU **caviar**
calidad de vida en arquitectura
quality of life in architecture



INDEX

9 **presentación** introduction

comunicaciones papers

- 11 **ALONSO, ANDRÉS**
Adaptación climática y resiliencia en Vitoria-Gasteiz
Climate Adaptation and resilience in Vitoria-Gasteiz
- 25 **ANDÚJAR-MONTOYA, MARÍA DOLORES**
BPM como herramienta de seguimiento y trazabilidad en tiempo real de las operaciones en la ejecución de la obra
BPM as a tool for monitoring and real time traceability of operations in construction site
- 33 **ASPURU, ITZIAR**
Comfort Urban Places: una propuesta para diseñar espacios únicos que proporcionan bienestar. Casos Prácticos
Comfort Urban Places: a proposal for designing unique places that provide welfare. Practical Cases
- 41 **EPELDE MERINO, MARTA**
Soluciones de aislamiento térmico para edificios protegidos de especial interés arquitectónico o histórico. Ejemplo de actuación
Thermal insulation solutions for listed buildings with special architectural or historic interest. Example of use
- 49 **ESPIGARES ROONEY, BLANCA**
Cartografías complementarias para una planificación sostenible de la ciudad
Complementary cartographies for a sustainable planning of cities
- 59 **CARDOSO, JOSE MANUEL**
Alumbrado público y la sostenibilidad urbana
Public lighting and urban sustainability
- 65 **GARCÍA JIMÉNEZ, MARÍA JOSÉ**
Actividades económicas y territorios sostenibles en la Comunidad Valenciana
Economic activities and sustainable spaces in Valencian Autonomous Region
- 75 **GONZÁLEZ PRIETO, DANIEL**
Viabilidad tecno-económica de edificios de vivienda colectiva de energía casi cero ubicados en la cuenca central Asturiana
Techno-economic feasibility of collective housing buildings of nearly zero energy located in the central Asturian coalfield
- 85 **IBORRA PALLARÉS, VICENTE**
Indicadores de sostenibilidad ¿cómo convertir una herramienta técnica en una experiencia docente?
Sustainability indicators. How to transform a technical tool in an educational experience?
- 93 **IZAGA GONZÁLEZ, PABLO**
Repensando la movilidad. Actualización del papel del vehículo convencional privado
Rethinking the mobility. Update of the role of the conventional private vehicle
- 103 **JIMÉNEZ ROMERA, CARLOS**
La integración de proyectos Smart City en los procesos de planificación urbana
Integrating Smart City projects into Urban Planning Processes
- 110 **JORGE CAMACHO, CRISTINA**
Bioconstrucción de paisajes nucleares: taludes, vacíos e islas
Bioconstruction of nuclear landscape: landforms, voids and islands
- 121 **KARACINQUE, JAVIER ISAAC**
Sustentabilidad, domotica, sistemas inteligentes, fisiología humana
Sustainability, Home Automation, Intelligent Systems, Human Physiology
- 133 **MINGUEZ MARTINEZ, ENRIQUE**
Materialización de Desarrollos Urbanos Compactos: Parámetros Sostenibles y Legislación Urbanística
Realization of Compact Urban Development. Sustainable Parameters and Urban Development Legislation

- 149 **MORENO-RODRIGUEZ, AMANCIO**
Mejora de la eficiencia energética en las bombas de calor con apoyo solar
Improvement of energy efficiency in solar assisted heat pump
- 155 **PICALLO PÉREZ, ANA**
Ensayo y análisis de los resultados de una instalación híbrida caldera de condensación-colectores solares para calefacción y producción de ACS
Testing and analysis of the results of a condensing boiler and solar collectors hybrid installation for heating and DHW
- 167 **RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, ERNESTO ABDÓN**
Propuesta de normativa compensatoria para muros de gran espesor
Proposed rules for compensatory thick walls
- 177 **ROS GARCÍA, JUAN MANUEL**
La Innovación tecnológica como factor de crecimiento urbano. Un nuevo modelo de transporte para la ciudad de Cali (Colombia)
Technological innovation as a factor of urban growth. A new model of transport for the city of Cali (Colombia)
- 185 **ROVIRAS MIÑANA, JORDI**
Integración arquitectónica de colectores solares térmicos cerámicos para clima mediterráneo
Architectural integration of energy solar collectors made with ceramic materials and suitable for the mediterranean climate
- 201 **VILLAREJO FERNÁNDEZ, PABLO**
Identificadores tecnológicos para la intervención energética en edificios protegidos: un caso práctico aplicado a un barrio en Madrid
Relevant Technical features for the energy renovation of listed buildings: a case study on Madrid's Recoletos area
- 209 **ZARAGOZA SAURA, FRANCISCO**
Vulnerabilidad de la ciudad frente a las infraestructuras. Evaluación de la sostenibilidad ambiental de la ciudad en el entorno del ferrocarril
Vulnerability of the city from infrastructure. Evaluation of the environmental sustainability of the city in the railroad area

pósters

-
- 218 **EPELDE MERINO, MARTA**
Criterios ecosostenibles aplicados a la rehabilitación energética de un edificio con fachadas de fábrica y entramado de madera
Ecosustainable guideline applied to the energetic refurbishment of a building with brickwork and timber framework facades
- 220 **GARCÍA, YOKASTA**
Análisis de Envoltentes para la Optimización Energética. de Viviendas Unifamiliares en Clima Tropical
Envelope Analysis for the Energy Optimization of Single Family House in Tropical Weather
- 222 **JAUREGUI, MARTA**
Caparros, la resistencia de una villa en permanente riesgo
Caparros, the resistance of a town in permanent risk
- 224 **LÓPEZ GAYARRE, FERNANDO**
Reutilización de áridos reciclados cerámicos en la fabricación de bovedillas y viguetas de hormigón utilizadas en forjados de edificación
Reuse of ceramic recycled aggregates in precast concrete floor slabs
- 226 **MARDARAS LARRAÑAGA, IKER**
Balance energético de la aplicación de la Ordenanza Municipal de Eficiencia Energética de Donostia / San Sebastián en la rehabilitación de edificios
Energy balance of the implementation of the Municipal Ordinance in Energy Efficiency of Donostia in the refurbishment of buildings
- 228 **PELAZ, BELINDA**
Modelos de comportamiento térmico en fachadas de madera
Thermal behaviour models in wooden facades

Nuestro agradecimiento a las instituciones y empresas que colaboran con la sexta edición del Congreso:

Our sincere gratitude to all the institutions and companies that collaborate in the sixth edition of the Conference:

Colaboradores institucionales

Institutional partners



Universidad del País Vasco

Euskal Herriko Unibertsitatea



GIPUZKOAKO CAMPUSEKO ERREKTOREORDEZTA
VICERRECTORADO DEL CAMPUS DE GIPUZKOA

IKERKETAREN ARLOKO ERREKTOREORDEZTA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

ARKITEKTURA SAILA
VDEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA

ARKITEKTURA GOI ESKOLA TEKNIKOA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA



Patrocinador Principal

Main sponsor



ESSAI URBAIN

Patrocinadores Oro

Gold Sponsors



GRUPO **simes** energía
Soluciones en Eficiencia, Gestión y Mantenimiento

Patrocinador Plata

Silver Sponsor



Colaboradores

Collaborators



Media partners

EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS
MUNICIPALES
Revista de Urbanismo y Medio Ambiente

energía
de hoy.com

 **caloryfrio.com**
las instalaciones y sus profesionales

Presentación

Este libro recoge las comunicaciones seleccionadas para el 6º Congreso Europeo sobre Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Arquitectura, organizado por el grupo de investigación Calidad de Vida en Arquitectura de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

El congreso, que se celebra en el marco de los XXXIV Cursos de Verano de la UPV/EHU, aborda en esta cuarta edición el tema "Ciudades en riesgo: resiliencia y redundancia".

Alrededor de este tema general se desarrollan cinco ponencias magistrales, a cargo de Margaretha Breil (Centro euro-mediterráneo para el cambio climático), Cristina Garzillo Leemhuis (ICLEI), Ignasi Fontanals (OptiCits), Juan Carlos Barrios Montenegro (Global Action Plan) y Manuel Valdés López (Ajuntament de Barcelona). Además 24 comunicaciones seleccionadas por el comité científico presentarán trabajos de investigaciones actuales en las sesiones orales y póster.

El Congreso pretende aprovechar la sinergia producida por la intervención de ponentes y participantes con perfiles diversos para analizar y proponer respuestas a los problemas actuales con profundidad y especificidad a partir de un marco general integrado.

Es objetivo paralelo del congreso es fortalecer las líneas de investigación en eficiencia energética y sostenibilidad de los grupos de investigación y formación de la UPV/EHU comprometidos con esta propuesta, con objeto de colaborar en el reforzamiento de la I+D+i en su ámbito de conocimiento y apoyar la apuesta específica de los Gobiernos Central y Vasco, así como de otras instituciones nacionales e internacionales respecto a las actividades de I+D+i en las materias relacionadas con el cambio climático, la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental.

Durante el congreso se hará entrega de la tercera edición del Premio EESAP a la mejor aportación al Congreso, que tiene como objetivo fomentar y recompensar las presentaciones de calidad. Se entregará al autor o autores de la comunicación que, según la valoración por pares realizada el Comité Científico, sea merecedora de tal galardón.

Finalmente queremos agradecer a las instituciones y empresas que colaboran con esta cuarta edición del Congreso: Vicerrectorado del Campus de Gipuzkoa, Vicerrectorado de Investigación, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Departamento de Arquitectura, Gobierno Vasco, Kutxabank, y demás empresas patrocinadoras.

Introduction

This book contains the selected abstracts of the 6th European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning organized by the research group Quality of life in Architecture of the University of the Basque Country.

The Conference is part of the XXXIV Summer Courses of the UPV/EHU and raises, in its fourth edition, the topic "Cities at risk: resilience and redundancy".

Around this general theme there are five invited speakers: Margaretha Breil (Euro-Mediterranean Centre for Climate Change), Cristina Garzillo Leemhuis (ICLEI), Ignasi Fontanals (OptiCits), Juan Carlos Barrios Montenegro (Global Action Plan) and Manuel Valdés López (Barcelona City Council). 24 abstracts have been selected by the scientific committee and they will present actual research works in the speakers presentations and posters.

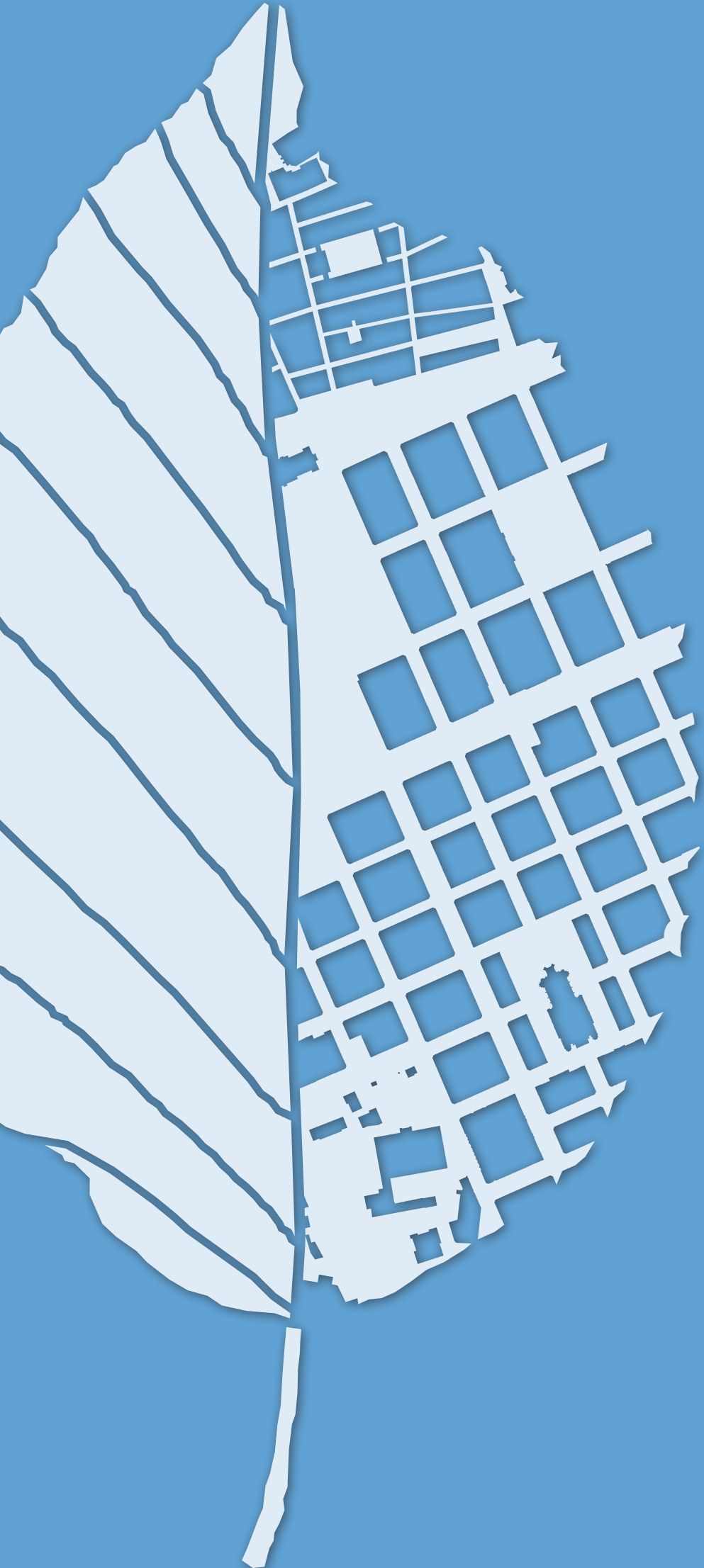
The conference wants to benefit of the synergies produced from the intervention of the speakers and from the diverse profiles of the participants to analyze and propose answers to the actual problems.

The purpose of the conferences, at the same time, is to strengthen the investigation lines in energy efficiency and sustainability, of the research and education groups of the Basque Country University (UPV/EHU), involved with this proposal, with the purpose of collaborating in the reinforcement of the I+D+i in its knowledge field, and support the specific raising of the Central and Basque Government, as well as other national and international institutions related to the I+D+i activities in the related fields of the climate change, energy efficiency and environmental sustainability.

During the Conference the Organizing Committee will deliver, for the third consecutive year, the EESAP Award, which will be given to the author or authors of the paper presented at the Congress that is deserving of this award, according to the peer assessment made by the Scientific Committee.

Finally, we wish to thank all the institutions and enterprises which have collaborate with us: Vice - Rectorate of the Campus of Gipuzkoa, Vice-Rectorate of Researching, High Technical School of Architecture, Department of Architecture, Basque Government, and our sponsors.

Organizing Committee



comunicaciones papers

Adaptación climática y resiliencia en Vitoria-Gasteiz

Climate adaptation and resilience in Vitoria-Gasteiz

Andrés Alonso¹, Efrén Feliu²

ABSTRACT

Despite the uncertainties associated to the trends and future scenarios of climate change impacts, several initiatives are underway in the Basque country to develop adaptation plans for resilient cities from a proactive and anticipatory perspective. The main objective of these plans is to identify and minimize impacts on areas such as ecosystems, health and human well-being, the regional economy or infrastructure, based on a better knowledge of our systems and thresholds, taking into account the sensitivity to climate variables.

In this context, in 2010 was launched the PACC-Vitoria project (Plan de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz), resulting from the collaboration agreement between the Basque Government, the City Council and Tecnalia Research & Innovation (energy and Environment Division). The project is developed for the municipality of Vitoria-Gasteiz, whose local authority is committed from a few decades ago with the sustainable and resilient local development. Vitoria-Gasteiz was awarded as European green Capital 2012.

So far, based on a vulnerability assessment to future climate projections (temperature and precipitation), a prioritization of areas and sectors has been developed. Some of the project initial stages (the development of local climate scenarios and the methodological approach to vulnerability assessment) were already presented at the second Global Forum on Urban Resilience and Adaptation (Bonn, 2011).

This article focuses mainly on the presentation of results of the vulnerability assessment and prioritization, and how this plan may imply a new vision in urban planning and green infrastructures, integrating the benefits of adaptation in both scales.

At sectoral level, the most vulnerable are the economic activities, followed closely by the water and natural resources.

The urban green infrastructure (IVU acronym in Spanish) of Vitoria-Gasteiz is composed by water bodies (aquifers, rivers and streams, lakes and wetlands, sewer network), the parks belonging to the external Green Belt, the rest of urban parks network, the agriculture outer belt, other public spaces (eco itineraries, urban and green belt routes), mobility infrastructure, and the internal green belt, which is being currently developed connected to the external Green Belt.

Currently, the natural and rural environment is the most vulnerable area from a spatial perspective. This is because the key elements of these sectors (mainly the IVU) are among the most vulnerable elements.

The internal green belt is one of the strategic initiatives included in the Green Capital program and framed in the revision of the General Urban Master Plan of Vitoria-Gasteiz. Urban development will be based on the urban green infrastructure, which will help to enhance the ecosystem service, such as adaptation and mitigation to climate change, biodiversity improvement, environmental quality, health and welfare.

At micro scale, urban green elements are of great importance for the urban planning revision, since there is a will to promote connections between urban spaces - streets, squares, parks and gardens - as well as peri-urban, natural and cultural spaces, through flexible connections and non-motorized transport systems.

The participation of Vitoria-Gasteiz in EU Cities Adapt initiative (DG-Clima) has been a good support and motivation to continue working for transforming Vitoria in a resilient city.

Key words: climate adaptation, resilience, vulnerability, urban planning and green infrastructure. Adaptación climática, resiliencia, vulnerabilidad, planificación urbana, infraestructura verde.

(1) Departamento de Medio Ambiente y Espacio Público. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz (2) División de Energía y Medio Ambiente. TECNALIA. E: efren.feliu@tecnalia.com

Introducción

Características ambientales y socioeconómicas de Vitoria-Gasteiz

No fue hasta mediados del siglo XX cuando Vitoria-Gasteiz experimentó un importantísimo crecimiento de población pasando de ser en 1950 una pequeña ciudad de unos 40.000 habitantes hasta convertirse en la ciudad de tamaño medio, de más de 240.000 habitantes, que es hoy. Muchos trabajadores emigraron a Vitoria-Gasteiz para trabajar en un sector industrial que comenzaba a desarrollarse, y que todavía en la actualidad sigue siendo un sector fundamental en su economía. De hecho, la industria, incluida la construcción, emplea una población cercana al 30%, aunque la tendencia es hacia la externalización y una disminución sostenida de su actividad.

Desde la perspectiva de los usos del suelo, el municipio está constituido en tres círculos concéntricos. La ciudad propiamente dicha, en el centro, está rodeada de una amplia zona de tierras agrícolas y naturales, con las montañas y los bosques formando un tercer anillo. El área natural representa más del 41% de la superficie total, mientras que el área agrícola supone el 39%.

Introduction

Environmental and socio-economic characteristics of Vitoria-Gasteiz

It was not until the mid-twentieth century when Vitoria-Gasteiz experienced a significant growth in population, from being a small town of about 40,000 inhabitants to become the medium size city of more than 240,000 inhabitants which is today. Many workers migrated to Vitoria-Gasteiz for working in industrial activities that were beginning developed then and that still today remain as fundamental sector in its economy. In fact, industry, including construction, employs a population close to 30%, but the trend is outsourcing or an incremental reduction of that share.

From the land use perspective of the municipality is divided in three concentric circles. The urban area in the center is surrounded by a large area of agricultural and natural lands as a second circle and hinterland, bordered by mountains and forests forming a third ring. The natural area represents more than 41% of the total municipality surface, while agriculture is 39%.

Fig. 1. Ortofotografía de Término Municipal de Vitoria-Gasteiz

Ortho-photo of Vitoria-Gasteiz municipality



Menos del 20% de la superficie está ocupada por tejido urbano y algunas infraestructuras.

Vitoria-Gasteiz es una de las ciudades europeas con las mayores áreas de espacio públicos verdes y jardines por persona. La superficie actual de zonas verdes urbanas públicas es de 480 hectáreas, lo que representa 20,2 m² de áreas verdes urbanas estrictamente por habitante. Al mismo tiempo, la ciudad está rodeada por un cinturón seminatural conocida como Anillo Verde. Este Anillo Verde comprende seis grandes parques periféricos, que incluyen zonas azules, lagunas y humedales, así como los corredores ecológicos entre éstos. Si la extensión actual del Anillo Verde (613 hectáreas) se incluye, el ratio de zonas verdes se incrementa hasta los 46 m² por habitante.

Less than 20% of its area is urban fabric and infrastructure.

Vitoria-Gasteiz is one of the European cities with largest share of public green space and gardens per capita. The current area of public urban green spaces is 480 hectares, representing 20.2 m² per capita. At the same time, the city is surrounded by semi-natural areas known as the Green Belt. This Green Belt comprises six peripheral large parks, which include blue areas, lagoons and wetlands, as well as ecological corridors between them. If the current area of the green belt (613 hectares) is included, the ratio of green area increases up to 46 m² per capita.

Estrategias y planes locales de sostenibilidad

Vitoria-Gasteiz fue la primera ciudad española en adoptar la Agenda XXI (1998), apostando de una manera decidida por un desarrollo sostenible, que integrara las variables ambiental, económica y social. Así también lo debió entender la Comisión Europea cuando nombró a la ciudad Capital Verde Europea-European Green Capital 2012.

Vitoria-Gasteiz dispone de una amplia planificación sectorial en temas de metabolismo urbano, (como la gestión del agua y de los residuos, la calidad del aire, la energía, la movilidad, etc.) y medio natural y biodiversidad.

En la actualidad la ciudad está llevando a cabo la revisión del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU). Entre los principios, aprobados por consenso político, sobre los que se basará dicha revisión está el de promover un desarrollo local integral, sin consumir nuevo suelo, y basado en la sostenibilidad y en una economía baja en carbono, con el horizonte de ser una ciudad neutra en carbono en 2050.

Esto significa que Vitoria-Gasteiz ha apostado claramente por la lucha contra el cambio climático, tanto desde la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, con un objetivo de reducción ⁽¹⁾ del 25,7% para 2020 sobre las emisiones urbanas en 2006, como de la adopción de medidas para la adaptación del municipio a los impactos climáticos futuros.

Contextualización de la adaptación al cambio climático

En los últimos años, la reducción de la vulnerabilidad, la maximización de la capacidad de adaptación y resiliencia han ganado importancia en la agenda política internacional, así como en las iniciativas, investigaciones, planes y estrategias impulsadas por los gobiernos nacionales, regionales y locales.

En mayo de 2010 se firmó un convenio entre el Gobierno Vasco y el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, con la participación de Tecnalia, para diseñar una estrategia o plan de adaptación, con el objetivo de:

- construir capacidades entre las diferentes instituciones y agentes interesados para responder adecuadamente a los impactos del cambio climático
- alinear coherentemente las iniciativas de adaptación al cambio climático en diferentes escalas y niveles administrativos
- liderar la implementación local de los resultados y las metodologías de investigación desarrollados a escala regional
- sensibilizar sobre la importancia de abordar la adaptación al cambio climático como parte de las políticas de sostenibilidad local en los municipios vascos

Con posterioridad, en 2012, Vitoria-Gasteiz fue elegida para participar en el proyecto EU Cities Adapt ⁽²⁾, cuyo objetivo era capacitar a las ciudades europeas para la elaboración y puesta en marcha de estrategias locales de adaptación al cambio climático.

Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz: enfoque técnico

Principios generales para gestionar la adaptación

Hasta el momento, se acepta ampliamente que el diseño de un plan de adaptación al cambio climático debe incluir los

Strategies and local sustainability plans

Vitoria-Gasteiz was the first Spanish city to adopt the Local Agenda XXI (1998), with a decided commitment for sustainable development that integrates environmental, economic and social perspectives. The European Commission must also have understood so when awarding the city as European Green Capital in 2012.

Vitoria-Gasteiz has a broad sectoral planning on urban metabolism related issues (as the water and waste management, air quality, energy, mobility, etc.) as well as natural environment and biodiversity.

Currently the municipality is reviewing the General Urban Master Plan. Among the guiding principles for the revision, approved by the City Council with consensus among different political parties, there is the promotion of a local integral development, without land-take, based on sustainability and a low carbon economy, with the horizon of being a carbon neutral city by 2050.

This means that Vitoria-Gasteiz has clearly opted for fight against climate change, both from the perspective of GHG emissions, with a reduction target ⁽¹⁾ of 25.7% by 2020 on urban emissions over 2006, as well as measures for adaptation to future climate impacts.

Contextualization of adaptation to climate change

In recent years the reduction of vulnerability, the improvement of the adaptive capacity and resilience have gained importance in the international political agenda, as well as in research programs, urban initiatives, plans and strategies driven by national, regional and local governments.

In May 2010 was signed an agreement between the Basque Government and the Municipality of Vitoria-Gasteiz with the participation of Tecnalia, to design an adaptation strategy or plan with the following specific aims:

- Build capacity among the various institutions and actors concerned in responding to climate change impacts.
- Align coherently initiatives related with climate change adaptation at different scales and administrative levels.
- Lead the implementation at local level of research results and methodologies developed at the regional level.
- Raise awareness about the importance of addressing adaptation to climate change as part of local sustainability policies in Basque municipalities.

Later in 2012, Vitoria-Gasteiz was chosen to participate in the project EU Cities Adapt ⁽²⁾, which aimed to enable European cities developing and implementing local strategies for climate change adaptation.

Adaptation strategy to climate change from Vitoria-Gasteiz: technical approach

General principles to manage adaptation

So far, it is widely accepted that the design of a climate change adaptation plan must include the following aspects: (i) establishment of mechanisms and instruments to address the social and institutional framework of; (ii) diagnosis of local climate; (iii) consideration of socio-demographic and socio-economic scenarios; (iv) quantification of potential impacts, vulnerability and risks in the different sectors

siguientes aspectos: i) establecimiento de mecanismos e instrumentos para adecuar el marco social e institucional; ii) diagnóstico de clima local; iii) consideración de los escenarios socio-demográficos y socio-económicos; iv) cuantificación de los impactos potenciales, la vulnerabilidad y los riesgos en los diferentes sectores de la actividad urbana; v) identificación de los impactos críticos, evaluación de la vulnerabilidad y priorización de las respuestas; vi) alineación, coordinación e integración de la perspectiva de adaptación en las políticas; vii) identificación de lagunas de conocimiento y oportunidades de creación de capacidades; viii) seguimiento y evaluación.

Metodología

La elaboración de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz se estructuró en cuatro etapas principales: (1) *determinación escenarios climáticos futuros y tendencias temporales socioeconómicas y sociodemográficas*; (2) *caracterización de sectores en función de su vulnerabilidad al cambio climático*; (3) *marco de gobernanza para alinear las principales políticas y sinergias con otros procesos locales*; y (4) *planificación de opciones de adaptación y su integración en las políticas de desarrollo urbano*.

Los trabajos se iniciaron en junio de 2010 con un enfoque abierto y flexible, tratando de maximizar las sinergias con otras políticas y procesos en la ciudad, especialmente los relacionados con la sostenibilidad y la planificación urbana. Otros criterios clave del proceso fueron la transparencia y la información y la transferencia de conocimiento, con el objetivo fomentar la participación y fortalecer la capacidad de adaptación local.

Desarrollo de escenarios climáticos

En el marco del convenio entre el Gobierno vasco y el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, Tecnalia llevó a cabo un Análisis Específico de Proyecciones Climáticas Regionalizadas. Usando el escenario de emisiones A1B del IPCC y seis modelos climáticos regionales⁽³⁾, incluidos en el proyecto ENSEMBLES del Sexto programa marco (EU-FP6), se generaron escenarios climáticos a nivel regional para temperatura y precipitación para los periodos 1991-2050 y 1991-2100, tomando como referencia el periodo 1960-1990. Para la temperatura, se realizó un segundo ajuste con datos de estaciones urbanas. También se llevó a cabo un análisis del efecto de isla de calor urbano (UHI) y se elaboró un mapa de clima urbano. Los resultados de esos trabajos se resumen a continuación.

Futuros escenario para la temperatura⁽⁴⁾

Verano

La tendencia futura en verano es a una elevación de las temperaturas máximas (de 3 a 5 °C). El número de días de verano con una temperatura mayor de 35 °C se espera que sea cinco veces mayor para final de siglo (2070-2100), superando los 10 días por verano. Desde el punto de vista de las olas de calor, se prevé no sólo un aumento en el número de días que participan en una ola de calor, sino también de las temperaturas. Así, su duración se incrementará en un 18% al final de este siglo, con temperaturas medias de verano que llegarán a 34 °C.

Invierno

Los inviernos serán más moderados con temperaturas menos extremas. La tendencia es a una elevación de las temperaturas mínimas (entre 2 y 3 °C). El número de días con temperaturas inferiores a 0 °C disminuirá, llegando a ser de 8,5 días por invierno (30 días en el periodo de

of urban activity; (v) critical impacts and vulnerability identification, assessment and prioritization of adaptation responses; (vi) alignment, coordination and integration in policies the adaptation perspective; (vii) identification of knowledge gaps and capacity-building opportunities; (viii) monitoring and evaluation.

Methodology

The development of the climate change adaptation strategy of Vitoria-Gasteiz was structured into four main stages: (1) *analysis of future climate scenarios and trends, socio-economic and socio-demographic trends*; (2) *characterization of sectors based on climate change vulnerability*; (3) *governance framework for alignment with main policies and synergies with other local processes*; and (4) *planning of adaptation options and their integration into urban development policies*.

The work began in June 2010 with an open and flexible approach, trying to maximize synergies with other policies and processes in the city, especially those related to sustainability and urban planning. Other key criteria of the process were transparency, information and knowledge transfer, in order to encourage participation and strengthen the local adaptation capacity.

Development of climate scenarios

In the framework of the agreement between the Basque Government and the city of Vitoria-Gasteiz, Tecnalia carried out a specific analysis of localized climate projections. Using six climate models of the IPCC A1B emissions scenario⁽³⁾ included in the ENSEMBLES FP6 project (EU-FP6), climate scenarios with bias correction at regional level were generated for temperature and precipitation for the periods 2050-1991 and 1991-2100, taking as a reference the period 1960-1990. For temperature, a second adjustment fit to urban stations was done. Also an analysis of urban heat island effect (UHI) and an urban climate map was developed. The results of these studies are summarized below.

Future temperature scenario⁽⁴⁾

The trend for future summer maximum temperatures is an increase from 3 to 5 °C. The number of summer days with temperatures over 35 °C is expected to be five times higher by the end of the century (2070-2100), exceeding 10 days per summer. Regarding heat waves is expected an increase of duration by 18% at the end of this century (number of days) and also intensity (maximum temperatures above 34 °C).

Winters will be more moderate with less extreme temperatures. The trend is at an increase of minimum temperatures (between 2 and 3 °C). The number of days with temperatures below 0 °C will decrease, becoming 8.5 days per winter (30 days in the reference period), as average of the set of models. In terms of episodes of cold wave, future scenarios have a negative trend, so there will be a reduction in its duration due to an increase in minimum temperatures, and is expected that the frequency of such episodes decreases by 20% compared to the period of reference (1961-1990) or may even disappear, according to one of the models.

On the other hand, on the basis of these projections, it is obvious that adaptation measures to minimize the thermal difference between urban areas and its rural surrounding must be defined. The following section shows the results of UHI effect assessment and the urban climate map for the city of Vitoria-Gasteiz, which endorse these conclusions.

referencia), como promedio del conjunto de modelos. En cuanto a los episodios de ola de frío, los escenarios futuros tienen una tendencia negativa, por lo que habrá una reducción en su duración debido a un aumento de las temperaturas mínimas. Se espera que la frecuencia de esos episodios disminuya en un 20% con respecto al período de referencia (1961-1990), pudiendo incluso desaparecer, según alguno de los modelos.

Por otra parte, sobre la base de estas proyecciones, es evidente que hay que definir las medidas de adaptación para reducir al mínimo la diferencia térmica entre el área urbana y su entorno rural. El apartado siguiente muestra los resultados de los cálculos del mapa térmico urbano para la ciudad de Vitoria-Gasteiz, que reafirmar estas conclusiones.

Mapa térmico urbano ⁽⁴⁾

El objetivo final fue localizar zonas de estrés térmico alto, que fueran vulnerables a aumento potencial (futuro) de las temperaturas. Una vez identificadas estas áreas, serían el foco principal de las medidas de adaptación. Teniendo este objetivo en mente, se realizó una representación 2D de temperaturas a 2 m sobre la superficie del suelo. Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto que: (1) la ciudad muestra un efecto de isla de calor urbano (UHI) que llega prácticamente a los 5 °C por encima de la temperatura del medio rural, similares a los obtenidos en otras ciudades europeas de tamaño medio, siendo mayor en verano que en invierno; (2) las áreas en las que se registran valores altos de temperatura durante el máximo de UHI son zonas con vegetación baja y un bajo factor de visión del cielo; (3) la presencia de vegetación, zonas húmedas, y láminas de agua mejoran el efecto del estrés térmico, reduciendo las temperaturas durante el efecto positivo de UHI; (4) el efecto UHI es mayor durante la noche, lo cual es especialmente peligroso para los grupos de población vulnerables, como los ancianos y los niños durante un episodio de ola de calor.

Futuros escenarios de precipitación

En cuanto a los escenarios de lluvia, al no disponerse de datos o de estudios de referencia suficientes para describir los eventos locales, se utilizaron como referencia los datos regionales recogidos en el País Vasco ^{(5), (6)}. Los modelos globales y regionales indican una disminución de las precipitaciones con una disminución anual del 15% al 20% para el final del siglo. Aunque no hay un patrón claro, las lluvias tienden a aumentar durante la temporada de invierno del 5% al 20% y disminuir durante la de verano del 30% al 50%. Se espera un incremento del 10% en la precipitación extrema diaria que ocurrirá para el final del siglo ⁽⁷⁾ (bajo el escenario A1B de emisiones de gases de efecto invernadero del IPCC).

Evaluación de Vulnerabilidad

Enfoque técnico-participativo

El objetivo de esta etapa es determinar qué sectores son los más vulnerables al cambio climático, específicamente a las amenazas identificadas en el desarrollo de escenarios. Se llevaron a cabo cuatro tareas: (1) definición y caracterización de sectores; (2) identificación de impactos potenciales; (3) asignación de los valores de exposición, sensibilidad y capacidad de respuesta; (4) evaluación de vulnerabilidad y priorización de sectores.

Definición y caracterización de sectores y elementos clave

A pesar de la incertidumbre asociada a las tendencias

UHI and Urban climate map ⁽⁴⁾

The aim was to locate areas of high thermal stress, which were vulnerable to potential (future) temperatures increase. Once identified these areas, they would be the focus of adaptation measures. With this objective, a 2D representation of temperatures to 2 m above surface was carried out. The results made it clear that: (1) the analysis shows an urban heat island effect (UHI) virtually reaching 5 °C above the temperature of the rural environment, similar to those obtained in other European cities of medium size, being higher in summer than in winter; (2) the areas in which high temperature values are recorded for the maximum of UHI are areas with low vegetation and a low sky view factor; (3) the presence of vegetation, wetlands, and water improve the effect of heat stress, reducing temperatures during positive UHI effect; (4) the UHI effect is greater at night, which is especially dangerous for vulnerable populations, such as the elderly and children during heat wave episodes.

Future precipitation scenarios

Regarding precipitation scenarios, not having enough reference studies or data to describe the local events, regional data collected in the Basque Country ^{(5), (6)} was used as reference. Global and regional models (IPCC A1B emissions scenario) indicate a reduction in rainfall with an annual decrease of 15% to 20% by the end of the century. Although there is a seasonal pattern as precipitation tends to increase during winter from 5% to 20% and decrease in summer of 30% to 50%. Additionally and increase of 10% in extreme daily rainfall will occur by the end of the century ⁽⁷⁾.

Vulnerability Assessment

Technical and participatory approach

The objective of this stage is to determine which sectors are the most vulnerable to climate change, specifically to the threats identified in the climate scenarios analysis. Four tasks were carried out: (1) definition and characterization of sectors; (2) identification of potential impacts; (3) allocation of the values of exposure, sensitivity and responsiveness; (4) evaluation of vulnerability and prioritization of sectors.

Definition and characterization of sectors and key elements

Despite the uncertainty associated with the trends and future scenarios relating to the increase of temperature or changes in rainfall patterns, the need to start acting to adapt cities to climate impacts is assumed. This requires as first step to understand the vulnerability of sectors that may be affected by climate change. With this purpose, at the end of 2011 was conducted a vulnerability assessment to climate change in the municipality. The first task was to define the sectors or areas that could be affected by climate change.

To define a first proposal of sectors was necessary to make a review of related international literature and especially of the preparatory documents of the *5th report of the Intergovernmental Panel on climate change*, (IPCC, 2010). To adapt this approach to the local reality, was also analyzed the *Environmental and sustainability diagnosis report GEO Vitoria-Gasteiz* ⁽⁸⁾, elaborated with the collaboration of UNEP (2009), and the documents included in of Preparatory Studies of the General Urban Master Plan Revision ⁽⁹⁾ PGOU (2010).

To discuss the proposal of sectors a workshop was held with the participation of almost all technical municipal areas, creating an ad hoc working group comprising

y escenarios futuros en relación con el aumento de la temperatura o los cambios en los patrones de lluvia, se asume la necesidad de empezar a actuar para adaptar las ciudades a los impactos climáticos. Esto requiere de un primer paso para entender la vulnerabilidad de los diferentes sectores que puedan verse afectados por el cambio climático. Por esta razón, a finales de 2011 se llevó a cabo una evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático en el municipio. La primera tarea fue definir los sectores o áreas que podrían verse afectados por el cambio climático.

Para llevar a cabo una primera propuesta de sectores se partió de la revisión de la literatura internacional relacionada y especialmente de los documentos preparatorios del 5º informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático, donde se presenta una propuesta de sectores (IPCC, 2010). Para adecuar este planteamiento a la realidad local, se analizaron también las propuestas recogidas en el Informe diagnóstico Ambiental y de Sostenibilidad GEO Vitoria-Gasteiz⁽⁸⁾, elaborado con la colaboración del PNUMA (2009), y en los documentos de Estudios Previos de la Revisión del Plan General de Ordenación Urbana (9) PGOU (2010).

Para debatir sobre la propuesta de sectores se llevó a cabo un taller con la participación de casi todas las áreas técnicas municipales, creándose un grupo de trabajo ad hoc integrado por prácticamente todos los departamentos, organismos autónomos y empresas municipales.

Finalmente, la propuesta se articuló alrededor de **9 sectores** agrupados en torno a tres áreas generales: medio natural y rural, medio urbano, y sociedad y gobernanza.

prácticamente todos los departamentos, organismos autónomos y empresas municipales.

Finalmente, la propuesta se articuló alrededor de **9 sectores** agrupados en torno a tres áreas generales: medio natural y rural, medio urbano, y sociedad y gobernanza.

Áreas	Sectores
A. Natural and Rural	A1. Water resources
	A2. Natural resources
	A3. Rural environment
B. Urban environment	B4. Residential settlement and urban public space
	B5. Basic and communication infrastructures
	B6. Economic activities
C. Society and Governance	C7. Society
	C8. Health
	C9. Governance

A total of 32 key elements (EC) were identified related to these sectors. To characterize each of these key elements information was collected obtained from various reports, **plans and urban development, environmental and socioeconomic programs**. Based on this information and other more specific to each sector or key element, a single fiche for each key element was developed with key information related to climate sensitivity and vulnerability.

Identification of potential impacts

An additional literature review was carried out for documented effects of climatic variations for similar conditions to the expected climate change scenarios of the municipality for 2050 and 2100 in different areas, sectors and key elements. This analysis of potential impacts was based on the existing literature both internationally and at more specific levels (regional or local). This analysis was synthesized in a table of impacts for each of the sectors' EC and the different climate variables changes expected for 2050 and 2100 and related potential impacts. The result was a total of 61 impacts in all the sectors, 21 of which corresponded to the natural and rural environment, 26 to the urban environment, and finally 14 to the sectors of governance and society.

Assessment of exposure, sensitivity and adaptive capacity

The methodology developed by Tecnalia was mainly qualitative. An assessment of vulnerability to climate change of the ECs was based on specific assessments of three dimensions (exposure, sensitivity and responsiveness or adaptive capacity).

Vulnerability = (exposure + sensitivity) – adaptive capacity

A double task was conducted by the interdepartmental working group, using the ECs as a unit of analysis. First, the magnitude of each of them was assessed as if projected 2050 more drastic climatic changes took place today. The result of this analysis reports on the current vulnerability of the EC. Secondly, the tendency of each of these dimensions in the future was valued. These evaluations allow making an estimate of the future vulnerability of the EC. The results of both vulnerabilities are collected in the following paragraphs.

Table 1. Sectors identified for the vulnerability analysis to climate change of the municipality of Vitoria-Gasteiz

Tabla 1. Sectores identificados para el análisis de la vulnerabilidad al cambio climático del Municipio de Vitoria-Gasteiz

Áreas	Sectores
A. Medio Natural y Rural	A1. Recursos hídricos
	A2. Recursos naturales
	A3. Medio rural
B. Medio Urbano	B4. Asentamiento residencial y EPU
	B5. Infraestructuras básicas y de comunicación
	B6. Actividades económicas
C. Sociedad y Gobernanza	C7. Sociedad
	C8. Salud
	C9. Gobernanza

En total se identificaron 32 elementos claves (EC). Para caracterizar cada uno de estos elementos clave se recabó información contenida en diversos informes, planes y programas municipales de carácter **urbanístico, ambiental y socioeconómico**. A partir de esta información y de otras más específicas de cada sector o elemento clave se elaboró una ficha para cada elemento clave con la información recopilada.

Identificación de impactos potenciales

A continuación se llevó a cabo una revisión bibliográfica en relación con los efectos documentados de las variaciones de las condiciones climáticas esperables en los escenarios de cambio climático previstos para el Municipio en 2050 y 2100, en las diferentes áreas, sectores y elementos claves. Este análisis, llamado Análisis de Impactos Potenciales, se basó en la literatura existente sobre los impactos esperados de los cambios climáticos tanto a nivel mundial, como a niveles más específicos (regional o local). Este análisis se recogió en una tabla de impactos en la que se cruzaron los EC de los sectores con los cambios climáticos esperados

para 2050 y para 2100 y en dichos cruces se identificaron los impactos sobre los que existían referencias. El resultado fue un total de 61 impactos potenciales en el conjunto de los sectores, 21 de los cuales correspondían al medio natural y rural, 26 al medio urbano, y finalmente 14 al área de sociedad y gobernanza.

Asignación de valores de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa

La metodología utilizada, desarrollada por Tecnalía, fundamentalmente de carácter cualitativo, proponía una evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de los EC, basada en las valoraciones globales de tres dimensiones (exposición, sensibilidad y capacidad de respuesta o capacidad adaptativa).

Vulnerabilidad = (exposición + sensibilidad) – capacidad de respuesta

Para ello, se llevó a cabo una doble tarea en el seno del grupo de trabajo interdepartamental, utilizando como unidad de análisis los EC. En primer lugar, se valoró la magnitud de cada una de ellas como si los cambios climáticos más drásticos previstos para 2050 ocurrieran en la actualidad. El resultado de este análisis informa sobre la vulnerabilidad actual de los EC. En segundo lugar, se evaluó la tendencia de cada una de esas dimensiones en el futuro. Estas valoraciones permiten realizar una estimación de la vulnerabilidad futura de los EC. Los resultados de ambas vulnerabilidades se recogen en los apartados siguientes.

Evaluación de la vulnerabilidad actual

Se constata que solo 4 de los 32 EC tienen una vulnerabilidad actual alta, que se deriva de su alta exposición y sensibilidad y baja capacidad de respuesta. Los dos EC con alta vulnerabilidad actual del área de medio natural corresponden al sector recursos hídricos (acuífero de Vitoria y humedal de Salburua), mientras que los otros dos pertenecen al área de medio urbano (Comercio y hostelería, y Casco Histórico). Ninguno de los EC del área de sociedad y gobernanza se encuentran entre los EC con alta vulnerabilidad actual. En el otro extremo se encuentran los 2 únicos EC con baja vulnerabilidad actual, perteneciente uno al área de medio urbano (vías ciclistas y sendas urbanas) y el otro al área de sociedad y gobernanza (apoyo social).

Evaluación de la vulnerabilidad futura

La vulnerabilidad futura es sustancialmente más alta que la actual, para las tres áreas, siendo más importante el aumento para el área de sociedad. La mayoría de los EC presentan valoraciones de exposición y sensibilidad futuras altas. Estas dos dimensiones, se combinan aditivamente en el sentido de aumentar la vulnerabilidad. En cambio las valoraciones de la capacidad de respuesta futura son mayoritariamente medias. Así, 13 de los 32 EC tendrían una vulnerabilidad futura alta, que procede fundamentalmente de su alta exposición y sensibilidad y de su baja o media capacidad de respuesta.

El número de EC con alta vulnerabilidad se incrementa de 4 (vulnerabilidad actual) a 13 (vulnerabilidad futura). Hay varios EC que pasan de vulnerabilidad actual media a alta vulnerabilidad futura (servicios de salud, transporte público, transporte de mercancías, industria, servicios de asistencia social, educación, aeropuerto, red de corredores ecológicos). En el otro extremo se encuentran los EC con baja vulnerabilidad futura, entre los que ahora solo hay uno, captación, tratamiento y distribución de agua.

Current vulnerability assessment

It is noted that only four of the 32 ECs have a high current vulnerability, which is derived from their high exposure and sensitivity and low adaptive capacity. Two EC with high current vulnerability belong to the natural environment area sectors, being water (aquifer of Vitoria and wetland of Salburua), while the other two belong to the urban environment area (commerce and services and old town). None of the EC in the governance and society area has high current vulnerability. At the other end, only 2 EC have low current vulnerability, belonging one to the urban environment area (urban pathways and cycling routes) and the other to the society and governance area (social support).

Future vulnerability assessment

Future vulnerability is substantially higher, for the three areas, being most important the increase for the society area. The majority of the EC present valuations of high future exposure and sensitivity. These two dimensions are combined in the sense of increased vulnerability. Instead, estimations of future adaptive capacity are mostly average. Thus, 13 of the 32 EC would have a high future vulnerability, which mainly comes from their high exposure and sensitivity and low or average adaptive capacity.

The number of EC with high vulnerability is increased from 4 (current vulnerability) to 13 (future vulnerability). There are several EC changing from mid current vulnerability to high future vulnerability (health services, public transport, transport of goods, industry, social welfare, education, airport, network of ecological corridors). At the other end the EC with low future vulnerability, now only one, water collection, treatment and distribution.

Prioritization proposal

Once defined the degree of vulnerability for each EC, the EC were ranked according to their vulnerability, depending on the adaptation needs and priorities for action to prepare these elements for climate change. (Fig. 2)

The results show that currently the most vulnerable area is natural and rural environment so it will be a priority, followed closely by the urban environment. However, in the future the three areas show a very similar medium vulnerability, and it is then when the natural and rural environment seems to be slightly less affected than other areas.

Looking at the sectors, the priority are those who have higher current vulnerability, i.e. more urgent action is needed: economic activities, water and natural resources; while on the other hand are those that have been evaluated with lower current vulnerability: society and infrastructure.

In terms of future vulnerability, new economic activities are highlighted, but also the health sector with a high future vulnerability.

New sectors with lower current vulnerability show high increases in vulnerability in the future, which makes them to be almost similar with the most vulnerable.

The conclusion of this prioritization of sectors is that economic activities are the most vulnerable sector at the present time and in the future, while society is the smallest. It follows from this that the actions aimed at adapting to climate change in economic activities are priority both now and in the future. Similarly, adaptation actions related to health, infrastructure, rural and natural resources also are priority, because their vulnerability is expected to increase significantly in the future.

Propuesta de priorización

Establecido el grado de vulnerabilidad de cada EC, se procedió a su ordenación, dando lugar a un listado de EC en función de su vulnerabilidad, es decir, en función de las necesidades de actuación para preparar a estos elementos a los cambios climáticos previsibles en el municipio, dando lugar a una propuesta de priorización.

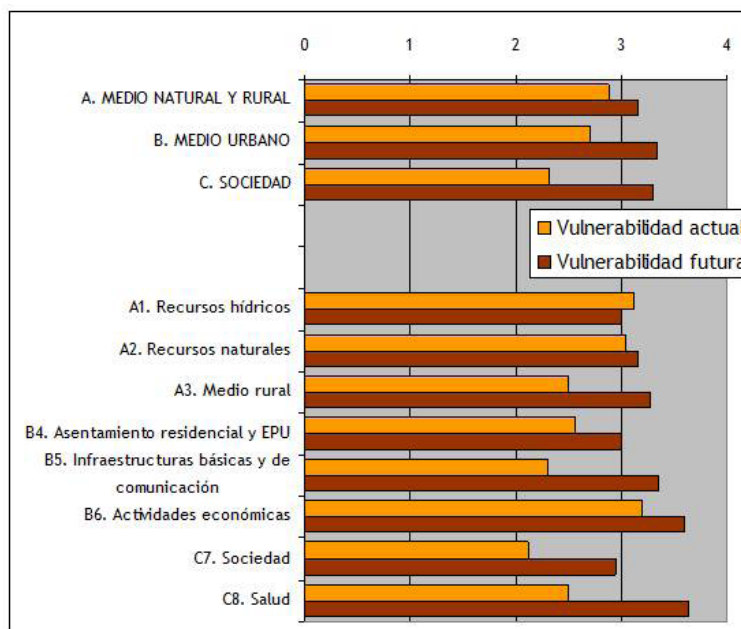
Definition of the strategy of adaptation to climate change in Vitoria-Gasteiz

Mission and sectoral objectives

The Mission of the climate change adaptation strategy of Vitoria-Gasteiz is converting the municipality of Vitoria-Gasteiz in a territory less vulnerable to the impacts of climate change, improving the adaptive capacity, particularly

Fig. 2. Priorización de áreas y sectores del Municipio de Vitoria-Gasteiz

Prioritization of areas and sectors of the municipality of Vitoria-Gasteiz



Los resultados señalan que el área actualmente más vulnerable es el medio natural y rural, por lo que será prioritario actuar primero sobre ella, seguida de cerca por la del medio urbano. Sin embargo, en el futuro las tres áreas muestran una vulnerabilidad media muy similar, y es entonces cuando el medio natural y rural parece ser que estará ligeramente menos afectado que las otras áreas.

Al observar los sectores, los más prioritarios son los que tienen una vulnerabilidad actual mayor, es decir, sobre los que se necesita actuar más urgentemente: actividades económicas, y recursos hídricos y naturales, mientras que por otro lado están los que han sido evaluados con menor vulnerabilidad actual: sociedad e infraestructuras.

En cuanto a vulnerabilidad futura, destaca de nuevo las actividades económicas, pero también el sector de la salud con una vulnerabilidad futura alta.

De nuevo los sectores con menor vulnerabilidad actual muestran incrementos elevados de la vulnerabilidad en el futuro, que los hace situarse casi a la par que los más vulnerables.

Como conclusión de esta priorización de sectores, las actividades económicas son el sector más vulnerable en el momento actual y en el futuro, mientras que la sociedad es el menor. De esto se deduce que las actuaciones orientadas a la adaptación al cambio climático de las actividades económicas resultan prioritarias tanto ahora como en el futuro. De la misma forma, las actuaciones de adaptación referidas a la salud, las infraestructuras, el medio rural y los recursos naturales también resultan prioritarias, ya que su vulnerabilidad se prevé que aumentará mucho en el futuro.

in the most vulnerable sectors, and reducing exposure and sensitivity to climate impacts, i.e. making the municipality and human systems more resilient to natural hazards, and increasing the welfare of the community in a context of sustainable development and reduction of inequalities. The strategy defines a total of 42 sectoral objectives, spread practically equal among the three identified sectors.

Identification and selection of adaptation measures: action plan

Has been possible to identify a number of adaptation options, grouped in 3 areas: structural and physical (infrastructure engineering measures, technological measures for the provision of services and measures based on ecosystems) social (educational, informational and behavioral) and institutional (economic and normative).

All these options should be based on evidence and be prioritized, responding to the sectors and key elements most affected by climate change, but also should meet the following requirements: (i) *sustainability*, not limiting adaptive capacity in other parts of the natural and human environment of the municipality; (ii) *flexibility*, assuming the existing uncertainties; (iii) *effectiveness*, reducing the risks climate change without introducing adverse effects; (iv) *efficiency*, exceeding the benefits to costs in the long term; and in addition (v) *fairness*, trying to balance the effects and costs of different neighborhoods and social groups of the municipality.

Adaptation to climate change a new vision of urban planning

Adaptation is not a new activity, human beings always have adapted to their surroundings, often unintentionally, although planning and urban development has traditionally addressed and considered climate conditions. However,

Definición de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz

Misión y objetivos sectoriales

La misión de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz es convertir al Municipio de Vitoria-Gasteiz en un territorio menos vulnerable a los impactos del cambio climático, mejorando su capacidad adaptativa, especialmente en aquellos sectores más vulnerables, y en ciertos casos reduciendo la exposición o la sensibilidad a los impactos climáticos, Es decir, haciendo a los sistemas naturales y humanos del Municipio más resilientes, y todo ello, aumentando el bienestar de la comunidad en un contexto de desarrollo sostenible y de reducción de las desigualdades. La Estrategia define un total de 42 objetivos sectoriales, repartidos prácticamente por igual entre los tres sectores identificados.

Identificación y selección de medidas de adaptación: plan de acción

Ha sido posible identificar un buen número de opciones de adaptación, agrupadas en 3 ámbitos: estructurales y físicas (infraestructuras ingenieriles, medidas tecnológicas, medidas de prestación de servicios, y medidas basadas en los ecosistemas) sociales (educacionales, informativas y de comportamiento) e institucionales (económicas y normativas).

Todas esas opciones deben de estar basadas en evidencias y estar priorizadas, respondiendo a aquellos sectores y elementos clave más afectados por el cambio climático, y además cumplir con los requisitos de ser: (i) *sostenibles*, no limitando la capacidad de adaptación de otras partes del medio natural y humano del Municipio; (ii) *flexibles*, asumiendo las incertidumbres existentes; (iii) *efectivas*, reduciendo los riesgos al cambio climático sin introducir efectos perversos; (iv) *eficientes*, superando los beneficios a los costes a largo plazo; y además (v) *equitativas*, tratando de equilibrar los efectos y los costes sobre los diferentes territorios y grupos sociales del Municipio.

Adaptación al Cambio climático y nueva visión de la planificación urbana

La adaptación no es una actividad nueva, los seres humanos siempre se han ido adaptando a su entorno, a menudo sin intención, aunque la planificación y el desarrollo urbano tradicionalmente ha asumido un clima estacionario. Sin embargo, ya no es sostenible considerar los sistemas urbanos como elementos estáticos construidos en un entorno estable, ya que el entorno en el que se construyen está cambiando por una variedad de razones, incluyendo los cambios socio-económicos y climáticos a largo plazo. Se hace necesario por tanto incorporar la adaptación al cambio climático en el planeamiento municipal, en clave de mejora de la sostenibilidad de los sistemas humanos y naturales existentes en el mismo.

La mayor parte de las opciones de adaptación exitosas que pueden incorporarse a nuestras ciudades se relacionan y afectan directamente al modelo de ciudad, y por tanto, el planeamiento urbanístico es un instrumento esencial para su implementación y consolidación.

De entre todos los tipos de medidas que forman parte de los procesos locales de adaptación, y que para ser viables necesitan ser integradas en los procesos de planificación y ordenación del territorio, aquellas basadas en los ecosistema (AbE) tiene una especial interés por sus

is not sustainable to consider urban systems as static elements built in a stable environment, because the environment in which they are built is changing for a variety of reasons, including long-term socio-economic trends and climate change. It is necessary therefore to incorporate adaptation to climate change in municipal planning, in terms of improving the sustainability of the human and natural systems.

Most successful adaptation options in our municipalities directly affect the city model and urban planning is therefore a key instrument for its implementation and consolidation.

Among all the types of measures for local adaptation processes, that to be viable need to be integrated in urban and land use planning processes, those based on the ecosystem (EbA) has a special interest in relation to improving sustainability as well as resilience-building. Its multifunctional character entails a significant number of co-benefits. We have a new paradigm in the practice of urban planning, which involves the incorporation of ecosystem services in the operation of the city through the inclusion of a new concept of "urban green infrastructure".

Nature-based adaptation measures

Local ecosystems based adaptation on (EbA) imply the use of biodiversity and ecosystem services as part of the local adaptation strategy to increase resilience and reduce the vulnerability of ecosystems and human systems to the adverse impacts of climate change and current climate variability. These nature based solutions in addition to providing direct benefits for adaptation considerably contribute with co-benefits in environmental, economic and social matters such as the conservation of biodiversity, food production or leisure.

Urban green infrastructure plan of Vitoria-Gasteiz

Vitoria-Gasteiz urban green infrastructure consists of water bodies (aquifer, rivers and streams, lakes and wetlands), the network of parks of the green belt, parks and urban gardens, agricultural belt, the urban pathways, ecological corridors, mobility infrastructures, and interior green belt, being developed in connection with the external green belt. This is currently under intervention so that all these elements are properly interconnected, obtaining a network operation approach.

At the same time, the city is defining and implementing projects in different areas of the system, with the objectives of (i) *increase urban biodiversity* (increasing the shrub layer, creating ponds, shelters for birds...); (ii) *promote processes of urban metabolism closest to natural processes* (decrease of the consumption of water and energy); (iii) *improving the permeability and drainage of water* (through SuDS, permeable pavements, creating rain gardens...); (iv) *improve CO2 and other air pollutants capture* (planting of trees...), (v) *reduce the effect of "urban heat island"* (green roofs and façades, water...); (vi) *creating environments that promote health and wellness* (thermal comfort of the public space...); (vi) *to awareness rising to the public on the nature and society relationship* (creation of recreational areas...); (vii) *contribute to the economic development*.

An example of this type of project is the urban integral reform of the Avenida Gasteiz, that begun in 2012, which is part of the inner green belt project. It is the first intervention developed in the city in the framework of the Urban Green Infrastructure plan. The reform covers various aspects:

- *About mobility*, with measures to reduce motor traffic and promote active mobility, with pedestrian paths



Evaluación de los aspectos energéticos y socio-económicos para una planificación urbana sostenible

www.essai-urbain.eu

ESSAI URBAIN

Numero de proyecto : EFA287/13



Union Europea
Fondo Europeo de Desarrollo



Investir dans notre avenir
Invirtiendo en nuestro futuro

www.essai-urbain.eu



PRESENTACION GENERAL

El proyecto ESSAI URBAIN tiene el objetivo principal de desarrollar el conocimiento de los impactos ambientales y socio-económicos de las zonas urbanas y de producir una base de datos de módulos integrando este conocimiento sobre la evaluación de los aspectos ambientales y socio-económicos de las zonas urbanas en el contexto del territorio POCTEFA.

POCTEFA es el acrónimo del Programa de Cooperación Territorial España-Francia-Andorra 2007-2013. Este programa constituye la cuarta generación de apoyo financiero comunitario destinado a reforzar la integración económica y social de la zona fronteriza España-Francia-Andorra.

El proyecto ESSAI URBAIN está coordinado por Nobatek (Centro tecnológico para el urbanismo y la construcción sostenible en Francia) y participan tanto la Fundación TECNALIA como el Ayuntamiento de Donostia - San Sebastián.

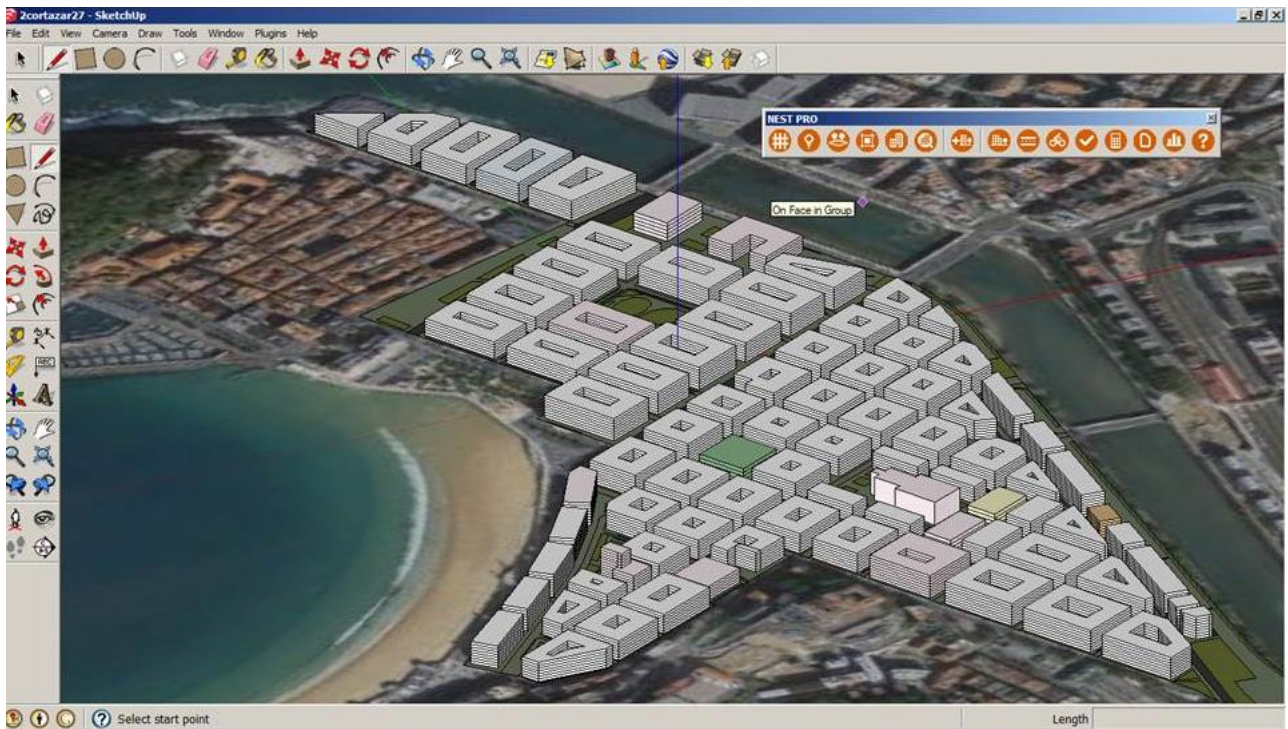
OBJETIVOS

Los objetivos finales del proyecto consisten en:

- ❖ Ahorrar recursos energéticos y materiales,
- ❖ Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes,
- ❖ Reducir la generación de residuos,
- ❖ Reducir el impacto económico.

El proyecto promueve el uso de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) como técnica de evaluación en el diseño y la planificación de áreas urbanas (nuevas como existentes). Los resultados obtenidos permiten evaluar la sostenibilidad (ambiental, energética y socio-económica) de diferentes tipologías de áreas urbanas a lo largo de su ciclo de vida y evaluar escenarios alternativos de rehabilitación energética. Así mismo, el proyecto ESSAI URBAIN permite integrar los módulos desarrollados dentro de la herramienta de evaluación NEST.

Después del desarrollo de los módulos de cálculo y de su integración dentro de la herramienta NEST, el proyecto tiene como objetivo evaluar las áreas urbanas de la ciudad de Donostia - San-Sebastián. En particular, este estudio debe permitir identificar zonas potenciales de actuación y escenarios de mejora de cara a la rehabilitación energética de los distritos evaluados.



Modelización del barrio de Txomin Enea (Donostia / San-Sebastián) con la herramienta NEST

RESULTADOS Y DIFUSION

Todos los resultados (módulos de cálculo, entregables, etc.) del proyecto estarán disponibles y podrán ser descargados desde la página web del proyecto: <http://essai-urbain.eu/resultados>

Los resultados del proyecto se presentarán también durante las jornadas de difusión y los talleres de formación. Además de permitir la difusión de los resultados, estas jornadas propondrán una formación sobre la evaluación de la sostenibilidad (con un enfoque sobre la energía y el medio ambiente) de las áreas urbanas con la metodología del ACV. Estas jornadas de difusión/formación serán organizadas entre Junio y Septiembre 2015. Para obtener más información a propósito de estas jornadas, se puede consultar la página Web <http://essai-urbain.eu/actividades> o contactar con las personas mencionadas más abajo.

CONTACTOS



Grace Yopez
Maxime Pousse
gyopez@nobatek.com
mpousse@nobatek.com
+33 5 59 03 61 29
www.nobatek.com



Lara Mabe Gomez
Xabat Oregi Isasi
lara.mabe@tecnalia.com
xabat.oregi@tecnalia.com
+34 943 81 60 74
www.tecnalia.com



Donostiako Udala
Ayuntamiento de San Sebastián

Jon Gastanares Lizarriturri
Iker Mardaras Larrañaga
jon_gastanares@donostia.org
iker_mardaras@donostia.org
+34 943 483 386
www.donostia.org

características en relación a la mejora de sostenibilidad y el fomento de la resiliencia, y por su carácter multifuncional, que lleva aparejado un importante número de beneficios colaterales. Nos encontramos ante un nuevo paradigma en la práctica de la ordenación urbanística, que consiste en la incorporación de los servicios ecosistémicos en el funcionamiento de la ciudad a través de la inclusión de un nuevo concepto de "infraestructura verde urbana".

Medidas de adaptación basadas en la naturaleza

La adaptación local basada en los ecosistemas (AbE) consiste en el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia local de adaptación para aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de los sistemas humanos a los impactos adversos del cambio climático y a la variabilidad climática actual. Estas soluciones basadas en la naturaleza además de proporcionar beneficios directos para la adaptación aportan además cobeneficios adicionales considerables en materia ambiental, económica y social, como la conservación de la biodiversidad, la producción de alimentos o el ocio y disfrute de la ciudadanía.

Proyecto de Infraestructura Verde Urbana en Vitoria-Gasteiz

La infraestructura Verde Urbana de Vitoria-Gasteiz está constituida por formas de agua (acuífero, ríos y arroyos, lagunas y humedales), la red de parques del anillo verde, los parques y jardines urbanos, el anillo agrícola, las sendas urbanas, los corredores ecológicos, las infraestructuras de movilidad, y el anillo verde interior, que está siendo desarrollado en conexión con el exterior. En la actualidad se está interviniendo para que todos estos elementos estén debidamente interconectados, consiguiendo su funcionamiento en red.

Al mismo tiempo, se están definiendo y ejecutando proyectos en diferentes espacios del sistema, con los objetivos de (i) *incrementar la biodiversidad urbana* (aumentando el estrato arbustivo, creando charcas, refugios para aves...); (ii) *favorecer procesos de metabolismo urbano más cercanos a los procesos naturales* (disminución del consumo de agua y energía); (iii) *mejorar la permeabilidad y el drenaje del agua* (mediante SuDS, a través de pavimentos permeables, creando jardines de lluvia...); (iv) *mejorar la fijación de CO₂ y otros contaminantes atmosféricos* (plantación de arbolado...), (v) *conseguir la disminución del efecto "isla de calor urbana* (fachadas y cubiertas verdes, laminas de agua...); (vi) *crear ambientes que favorezcan la salud y el bienestar* (confort térmico del espacio público...); (vii) *sensibilizar a la ciudadanía sobre la relación naturaleza y sociedad* (creación de zonas de ocio...); (viii) *contribuir al desarrollo económico* (empleo verde...).

Un ejemplo integral de este tipo de proyectos es la obra de reforma urbanística de la Avda. Gasteiz, iniciada en 2012, que forma parte del proyecto de construcción del Anillo Verde Interior. Se trata de la primera intervención desarrollada en la ciudad en el marco del proyecto de Infraestructura Verde Urbana. La reforma abarca diversos aspectos:

- En *movilidad*, se han adoptado medidas orientadas a reducir el tráfico motorizado y a promover la movilidad activa, con peatonalizaciones y construcción de un doble carril bici.
- En materia de incremento de la *biodiversidad*, se ha acondicionando un corredor ecológico urbano, recreando un ecosistema arbolado fluvial asociado a la derivación del arroyo Batán y la plantación de nuevo

and a double bike path construction.

- In the field of *biodiversity* increase, preparing an urban ecological corridor, recreating a River ecosystem associated with the derivation of Batan stream and planting new trees. Also, installing a green roof associated with the rehabilitation of the Congress Palace.
- With respect to *rain water management*, sustainable urban drainage (SUDs) was implemented limiting storm-water that enters the sewage system and facilitating its infiltration into the ground.
- With respect to *energy*, as well as photovoltaic panels, in the rehabilitation of the Palace a green facade have been installed of about 1,500 m², which will also produce an improvement of thermal comfort in the area. Street lighting has been designed efficiently according to criteria Starlight.

Conclusions

Vitoria-Gasteiz in the continuous progress towards sustainability has been recently working on the development of a climate change adaptation strategy, enabling to reduce its vulnerability to the current and future impacts of climate change and current climate variability.

The vulnerability analysis has shown that today the most vulnerable area is the natural and rural environment (water and natural resource), although in the future the vulnerability of the urban environment and society sector will also increase.

The strategy has identified a number of options of adaptation to different key priorities, including nature based adaptation measure. For its development a new paradigm in urban planning is required, incorporating ecosystems and ecosystem services in the operation of the city through the concept of *urban green infrastructure*.

The multifunctionality of this type of actions will allow progress in the climate adaptation of Vitoria-Gasteiz, through no-regret measures which involve environmental, economic, and social co-benefits that derives in the resilience increase of Vitoria-Gasteiz.



Fig. 3. Reforma de la Avenida Gasteiz: recreación del antiguo arroyo Batán

Prioritization of areas and sectors of the municipality of Vitoria-Gasteiz

Avenida Gasteiz reform: recreation of the old Batán stream

arbolado de alineación. Asimismo, se ha instalado una cubierta verde asociada a la rehabilitación del palacio de congresos.

- Respecto a la *gestión del agua de lluvia*, se han instalado sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDs), que limitan la entrada de aguas pluviales al alcantarillado y facilitan su infiltración en el terreno.
- Respecto a la *energía*, además de placas fotovoltaicas, en la rehabilitación del palacio se han instalado una cubierta y una fachada verde, de unos 1.500 m², que producirá también una mejora del confort térmico en la zona. El alumbrado público se ha diseñado de manera eficiente según criterios Starlight .

Conclusiones

Vitoria-Gasteiz en su continuo avance hacia la sostenibilidad lleva ya un tiempo trabajando en la elaboración y desarrollo de una Estrategia de Adaptación al Cambio Climático, que le permita reducir su vulnerabilidad a los impactos presentes y futuros causados por el cambio climático y la variabilidad climática actual.

El análisis de vulnerabilidad realizado ha puesto de manifiesto que en la actualidad el área más vulnerable es el medio natural y rural (recurso hídricos y naturales), aunque en el futuro la vulnerabilidad del medio urbano y del sector sociedad también aumentará.

La Estrategia ha identificado una serie de opciones de adaptación para los diferentes elementos clave priorizados, entre las que destacan las medidas de adaptación basadas en la naturaleza. Estas, para su desarrollo necesitan de un nuevo paradigma en la planificación urbana, que incorpore los ecosistemas y los servicios ecosistémicos en el funcionamiento de la ciudad a través del concepto de *infraestructura verde urbana*.

La multifuncionalidad de este tipo de actuaciones va a permitir avanzar en la adaptación climática de Vitoria-Gasteiz, mediante medidas de no arrepentimiento y que suponen cobeneficios ambientales, sociales y económicos, que redundaran en un aumento de la resiliencia del Municipio.

REFERENCIAS / REFERENCES

1. Plan de Lucha contra el Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz (2010-2020). Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. 2010. <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/39/30/33930.pdf>
2. EU Cities Adapt. Adaptation Strategies for European Cities. <http://eucities-adapt.eu/cms/>.
3. Gonzalez-Aparicio, I., & Hidalgo, J. (2011) Dynamically-based daily and seasonal future temperature scenarios analysis for the northern of Iberian Peninsula. International Journal of Climatology. Published on line in Wiley Online Library.
4. Plan de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz. Etapa 1. Informe de resultados de las Fase I y II: Escenarios climáticos y análisis de la vulnerabilidad por sectores. (2011). <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/41/69/44169.pdf>
5. Mendizábal, M., Chust, G., Pinto, M., et al. (2008). K-Egokitzen: proyecto de investigación sobre el Cambio Climático: Impacto y Adaptación. In Comunicaciones de CONAMA 9 Congreso Nacional de Medio Ambiente, Madrid.
6. Santa-Coloma, O., Feliu, E., & Mendizábal, M. (Eds.) (2011). Cambio Climático: Impacto y Adaptación, Gobierno Vasco.
7. Chust, G., Borja, A., Caballero, A., et al. (2011) Climate change on the coast and pelagic environment in the south-eastern Bay of Biscay. Climate Research, 48, 307-332.
8. Informe-diagnóstico Ambiental y de Sostenibilidad GEO Vitoria-Gasteiz. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. (2009). <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/21/48/32148.pdf>
9. Estudios previos a la revisión del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU-2009). http://www.vitoria-gasteiz.org/we001/was/we001Action.do?aplicacion=wb021&tabla=contenido&idioma=es&uid=u_577ce552_12925408fc1__7fc9
10. La Infraestructura Verde Urbana de Vitoria-Gasteiz. Documento de Propuesta. (2014). Centro de Estudios Ambientales. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/eu/32/95/53295.pdf>

BPM como herramienta de seguimiento y trazabilidad en tiempo real de las operaciones en la ejecución de la obra

BPM as a tool for monitoring and real time traceability of operations in construction site

María Dolores Andújar-Montoya¹, Virgilio Gilart-Iglesias², Andrés Montoyo³, Diego Marcos-Jorquera²

RESUMEN

La agilidad de las empresas o lo que es lo mismo, la capacidad de reacción de forma rápida ante imprevistos y cambios inesperados, e incluso la anticipación a dichas circunstancias, es un factor determinante y estratégico en el entorno actual de competencia. Uno de los aspectos claves para implementar una organización ágil es la capacidad de acceso, disponibilidad y visualización en tiempo real a la información de estado de los procesos y actividades de dicha organización por parte de los actores implicados.

Este es uno de los principales problemas en la gestión tradicional de la obra, la falta de disponibilidad de información de la ejecución de la misma en tiempo real para controlar su correcta ejecución, el cumplimiento de plazos y la detección de imprevistos. La ausencia de información actualizada y la falta de comunicación entre las diversas empresas y agentes participantes en el proceso dificultan su gestión e inducen a retrasos y trabajos mal ejecutados en la obra, repercutiendo por tanto en coste y calidad.

Para realizar el seguimiento real y efectivo de la ejecución de proyectos de edificación y evitar desviaciones, se propone como novedad principal el uso de la metodología Business Process Management (BPM), una estrategia de gestión empresarial basada en la gestión de procesos de negocio que contempla las Tecnologías de la Información (TIC) como uno de sus pilares fundamentales, junto con el uso de tecnologías emergentes, como wearables, dispositivos móviles o sensores inteligentes (Internet of Things).

Dicha propuesta proveerá un modelo ágil, flexible y colaborativo a través del modelado, la estandarización de procesos, su automatización y composición y su seguimiento y control, que permitirá gestionar e interactuar con las tareas asignadas, visualizar el estado, la evolución y el grado de cumplimiento de las tareas de ejecución. Para la implementación del modelo BPM se utilizarán diversos dispositivos (pc's, laptops, tablets, smartphones and wearables) lo cual posibilitará el acceso a toda la información relacionada en tiempo real y desde cualquier lugar, integrando a los actores implicados de forma natural en el sistema, al mismo tiempo que se reducen errores debido a la falta de información.

Además por tratarse de un modelo ágil y flexible permitirá adaptarse a la realidad y singularidad de cada obra y la gestión de imprevistos derivados de dicha singularidad, consiguiéndose dicha flexibilidad a través de sistemas abiertos completamente interoperables (como arquitectura orientada a servicios SOA, Web Services y Enterprise Service Bus) que permitan adaptar rápidamente la tecnología para los procesos de negocio de una organización.

Key words: BPM, Business Process Management, Construction management, agile management.

(1) Department of Building and Urbanism, Polytechnic University College, University of Alicante (2) Department of Computer Science and Technologies, Polytechnic University College, University of Alicante. (3) Department of Software and Computing Systems, Polytechnic University College, University of Alicante. E: lola.andujar@ua.es

Introducción

En la ejecución de un proyecto de construcción es inevitable la aparición de imprevistos debido a las características intrínsecas de las obras de edificación. La variabilidad e incertidumbre que acompaña a la ejecución de obras es debida principalmente a peculiaridades de la construcción tales como, singularidad de cada obra, ejecución in situ y la diversidad de empresas y participantes que confluyen en la misma^(2,7,9,10,17). Dicha variabilidad hace que la planificación y la programación se conviertan en meras suposiciones iniciales que posteriormente se irán corrigiendo y ajustando durante la ejecución, trayendo consigo frecuentemente demoras y aumentos de plazos contractuales^(4,11,16). En este sentido los sistemas tradicionales de gestión de proyectos resultan inadecuados debido a su rigidez y estaticidad frente al dinamismo que impera en las obras de edificación. Estas limitaciones se acentúan por la ausencia de fluidez de la información en el proceso y son ocasionadas principalmente por la ausencia de comunicación entre participantes del proceso y la falta de integración tecnológica⁽¹⁾. La fluidez de información y su disponibilidad es relevante para controlar y reducir costes y plazos, para tomar decisiones mejores y más rápidas, y para reducir los residuos procedentes de los procesos de construcción. Pese a ello, la falta de comunicación es una barrera constante que aparece como consecuencia de concurrencia de diversas empresas y participantes, clima de competencia, y estanqueidad de la información⁽¹²⁾, propiciando que la información no fluya o que no lo haga a tiempo⁽¹⁴⁾ generando cuellos de botella y trabajos duplicados. Todo esto se agrava debido a la falta de integración tecnológica derivada de la diversidad de software específico utilizado en los proyectos de construcción de manera aislada con dificultad de integración⁽⁶⁾. Además muy pocas empresas han implementado sistemas de planificación de recursos empresariales (en adelante ERP)⁽¹³⁾, y las que lo han hecho comúnmente manifiestan un desaprovechamiento tecnológico debido a su origen manufacturero que no satisface las necesidades de la industria de la construcción^(15,19).

Para dar solución a los problemas mencionados es necesario disponer de dicha información de manera precisa lo antes posible para favorecer la toma de acciones correctivas y rectificar hasta volver a cumplir con el plazo contractual, evitando que las desviaciones detectadas conlleven a modificaciones de la programación inicial. Por tanto, en el presente artículo se propone el uso del paradigma BPM junto con el uso de tecnologías emergentes, como wearables, dispositivos móviles o sensores inteligentes como Internet of Things (en adelante IoT), enfoque novedoso que permitirá la obtención de un modelo holístico⁽¹⁴⁾ a partir de la estandarización en el modelado, automatización de los procesos, integración de los participantes y sistemas con el proceso, seguimiento y medición a tiempo real de los mismos. Todo ello favorecerá la agilidad y gestión del cambio en la ejecución de la obra a través del conocimiento, en todo momento, del estado de las tareas, conociendo qué tareas se han realizado, qué se debe hacer en cada momento, quién debe realizar las tareas y en cuanto tiempo.

BPM

BPM es una estrategia orientada a procesos de negocio, centrado en la mejora continua, que incluye a las TI como un elemento fundamental. A diferencia de otras estrategias BPM permite eliminar la brecha entre las capacidades de TI

Introduction

In the execution of a construction project the appearance of unforeseen due to the intrinsic characteristics of the construction site is inevitable. This variability and uncertainty that accompanies the execution of works is mainly due to peculiarities of the construction such as one-of-a-kind nature of projects, site production, and temporary multiorganization^(2,7,9,17). Variability makes planning and programming a guessing work with assumptions that later will be adjusted and corrected, increasing the cycle time^[4,11,16]. In this sense, the current project management systems are inadequate because of their rigidity and staticity against the dynamism of the building works. These limitations are emphasized by the lack of information flow in the process and they are mainly caused by the lack of communication between the participants in the process and the lack of technological integration⁽¹⁾. The flow of information and its availability is relevant to control and reduce costs and deadlines, to take better and faster decisions, and to reduce waste from construction processes. Nevertheless, the lack of communication is a constant barrier that appears as a result of concurrence of several parties and participants, competitive environment, and tightness of information⁽¹²⁾ promoting that the information does not flow or does not do in time for stakeholders⁽¹⁴⁾ generating bottlenecks and duplicate jobs. All this is compounded by the lack of technological integration resulting from the diversity of specific software used in construction projects in isolation with integration difficulty⁽⁶⁾. Furthermore very few companies have implemented Enterprise Resource Planning systems (hereinafter ERP)⁽¹³⁾, and those that have done often express a technological wastage due to their manufacturing origin that does not meet the needs of the construction industry^(15,19).

To solve these problems is necessary to have accurate information as early as possible to facilitate taking corrective actions to rectify and come back into compliance with the contract term, preventing that deviations detected may require a modification of the initial schedule. Therefore to overcome these issues, in the present article is proposed. To overcome these issues, in the present article is proposed the use of the Business Process Management paradigm BPM (hereinafter BPM) together with the use of emerging technologies, as wearables, mobile devices or smart sensors such as Internet of Things (hereinafter IoT), a novelty approach that will allow obtaining a holistic model (14) from standardization in modelling, process automation, integration of participants and process with the system, monitoring and real-time measurement. All this will promote agility and change management in the execution of the works through the knowledge, at any time of the status of the tasks, knowing what tasks have been performed, what to do in every moment, who should perform the tasks and how long will take it.

BPM

BPM is a business process-oriented strategy, focused on continuous improvement, which includes IT as a fundamental element. Unlike other strategies BPM eliminates the gap between IT capabilities and business needs (18), managing the complexity of the diverse legacy technology, creating transparency in the business environment and creating a flexible link between the business strategy and its execution (8). All this is achieved through the management and continuous improvement of the life cycle (20) consisting of the following phases:

y las necesidades del negocio⁽¹⁸⁾, gestionando la complejidad de la diversa tecnología heredada, creando transparencia en el entorno empresarial y creando un enlace ágil entre la estrategia empresarial y su ejecución⁽⁹⁾. Todo esto se logra a través de la gestión y la mejora continua del ciclo de vida⁽²⁰⁾ que consiste en las siguientes fases: análisis de procesos y el diseño, ejecución y despliegue, gestión y seguimiento y la fase de optimización y mejora.

Asociado al movimiento BPM se ha creado una solución software que da soporte al ciclo de vida de BPM, permitiendo la integración de las personas, sistemas y proveedores, la automatización, la interacción y monitorización de los procesos. Estas soluciones se denominan BPMS (Business Process Management System or Suite)⁽³⁾.

Cada una de las etapas del ciclo de vida BPM aporta una serie de técnicas y beneficios que nos permitirán en todo momento y desde cualquier lugar acceder a la información del estado de ejecución de la obra, así como la interacción con los procesos. Los beneficios aportados se incrementarán gracias al uso de elementos cotidianos que faciliten la integración de los participantes de la obra en el proceso.

La primera fase del ciclo de vida de BPM se corresponde con el descubrimiento de procesos y su modelado y diseño. Para ello se analizan los procesos y se modelan a través de una notación estándar BPMN para el modelado de procesos basada en diagramas de flujo, especificando en cada proceso o tarea cómo calcular indicadores clave de rendimiento (en adelante KPI) y dónde obtener los datos, y la asociación de los actores que realizarán las diferentes tareas. En esta fase se realizará una estandarización de los procesos facilitando la comprensión y ejecución de los mismos. De esta forma cada participante sabrá qué hacer, cómo y quién debe realizarlo. Por otro lado, en esta fase es donde debemos determinar el tiempo estimado para la realización de cada una de las tareas involucradas en el proceso. Determinar este parámetro es importante para detectar posibles desviaciones del proceso de forma muy precisa.

A partir del modelado en la notación estándar BPMN se realizará la implementación, despliegue y ejecución del proceso. Los sistemas BPMS son capaces de trasladar de manera directa la notación BPMN a un formato ejecutable, propietario o basado en estándares como BPEL, BPEL4People o WS-HumanTask. Esto permite que la ejecución de los procesos se vaya realizando de forma guiada, indicando en todo momento a los actores implicados a través de eventos, que tarea deben realizar así como el tiempo disponible para ello.

Además, en la presente propuesta se ha hecho uso de dispositivos de uso cotidiano, como smartphones y smartwatch, para implementar la integración con los usuarios, de forma que el acceso e interacción con los procesos sea transparente.

A partir de la información de modelado y ejecución de los procesos los sistemas BPMS proveen una completa información de trazabilidad y monitorización de la ejecución y estado de las tareas, el tiempo empleado para su consecución, las personas responsables de su realización e información añadida a la tarea en su desarrollo. En este caso se provee de un nivel de detalle muy profundo que permitirá al jefe de obra y al equipo de trabajo un control más preciso de cada tarea. De esta forma es posible detectar en tiempo real la desviación de la planificación diaria, semanal y a largo plazo con respecto al tiempo estimado que se calculó. De hecho, el

process analysis and design, execution and deployment, management and monitoring and the phase of optimization and improvement.

Associated to the BPM movement has emerged a software solution focused on process management that supports the principles and the BPM lifecycle model, allowing the integration of people, systems and suppliers, the automation, processes interaction and monitoring. They are called the BPMS (Business Process Management System or Suite)⁽³⁾.

Each of the phases of the BPM lifecycle provides a series of techniques and benefits that will allow us at anytime and anywhere access to information of the state of works execution as well as the interaction with processes. The benefits provided will be increased through the use of everyday elements that facilitate the integration of the participants of the work in the process.

The first phase of the BPM lifecycle corresponds to

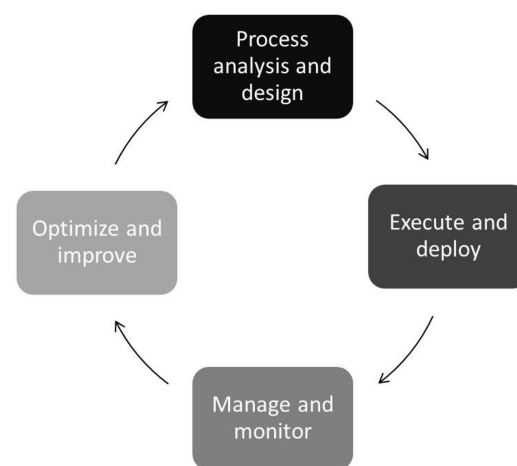


Fig. 1. Ciclo de vida BPM.
BPM lifecycle

processes discovery, modelling and design. For this processes are analysed and modelled through a standard notation BPMN for process modelling based on flowcharts, specifying in each process or task how to calculate the key performance indicators (hereinafter KPI) and where to get the data, and the association of the actors who perform different tasks.

Finally in the optimization and improvement phase the identified deficiencies will be resolved. In particular, in this article we focus on the phases of BPM that provide us benefit over the problems of the construction works specified above, being these phases the analysis and design or modelling, and management and monitoring. Therefore it will allow to stakeholders know what to do, how and by whom. On the other hand, in this phase is where it is determined the estimated time for completion of each of the tasks involved in the process. Determining this parameter is important to detect possible deviations of the process in a precisely way. From the modelling in the BPMN standard notation will be done the implementation, deployment and execution of the process. The BPMS systems has a direct translation to the format that supports the processes execution, workflows owners or based on standards such as BPEL, BPEL4People or WS-HumanTask. This will allow that the execution of processes could be performed in a guided manner, indicating at all the time the actors involved through events, which task should be performed and the time available for it. Furthermore, this proposal has made use of everyday devices such as smartphones and SmartWatch to implement integration

sistema notificará al responsable de cualquier desviación sobre dicha estimación. Toda esta información puede ser accesible desde cualquier lugar con diferentes dispositivos, representando un completo conocimiento de la ejecución de la obra. Esto influirá en la mejora de la productividad, eficiencia y gestión del cambio continuo.

Finalmente en la fase de optimización y mejora se resolverán las deficiencias detectadas a partir de la información obtenida.

Caso de estudio

En base a lo especificado anteriormente, en el presente artículo se ha desarrollado un caso de estudio concreto aplicado a la unidad de obra de pavimentación. El presente caso de estudio tiene como objetivo validar el uso de la estrategia BPM junto con el enfoque tecnológico IoT para mejorar la gestión de la ejecución de la obra a través del seguimiento y trazabilidad de la misma. Para llevar a cabo este caso de estudio se ha utilizado la plataforma BPMS de código abierto Bonita BPM versión 6.3.8, junto con un Smartwatch modelo Samsung Gear S y un Smartphone Nokia Lumia 910.

En primer lugar se ha realizado el modelado de los procesos de pavimentación más comunes (cerámico, mármol y laminado de madera) mediante el estándar de modelado BPMN como se muestra en la figura 2.

Posteriormente se han definido los tiempos estimados

with users so that access and interaction with the process is completely transparent.

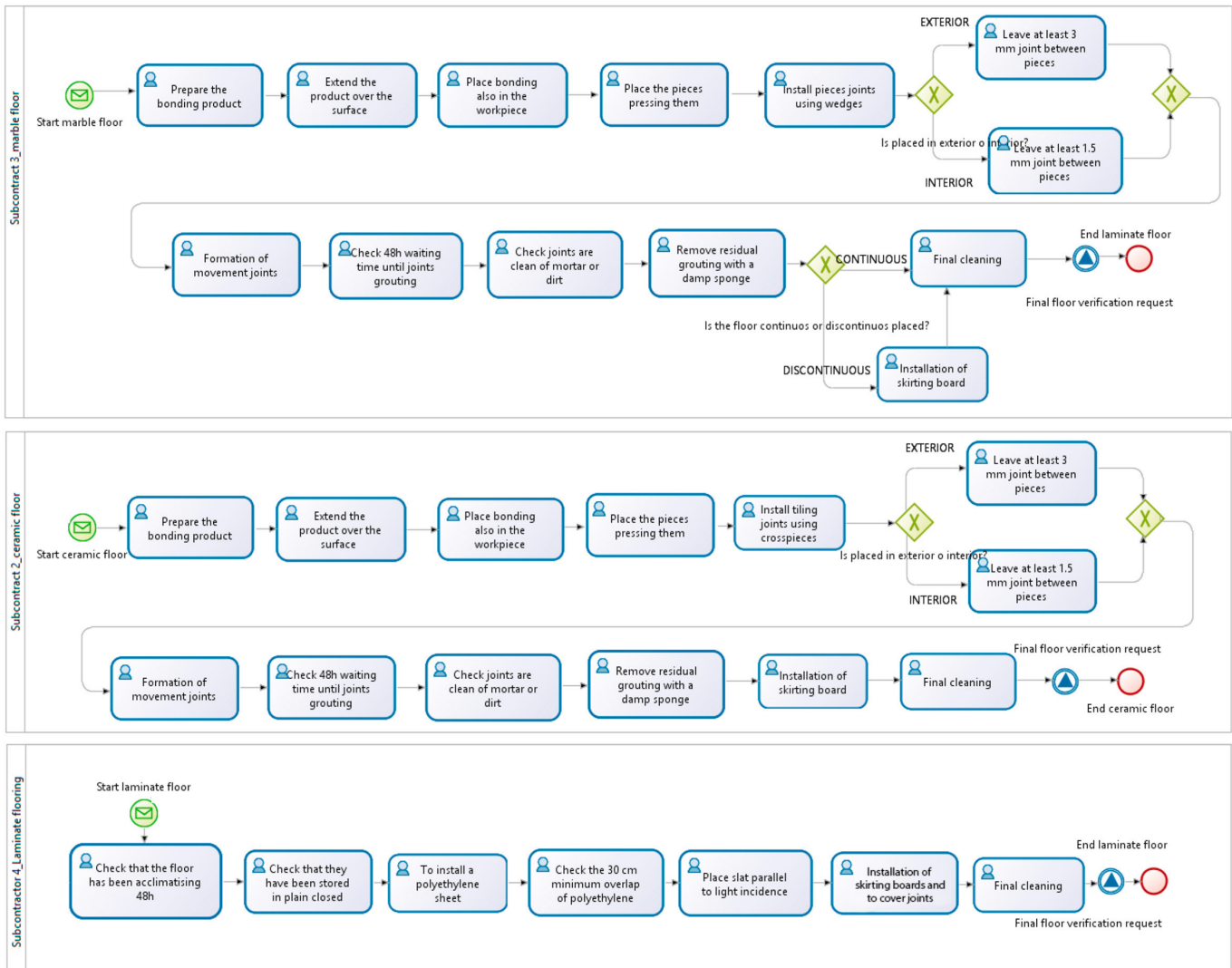
From processes modelling and execution information, BPMS platforms provides us full traceability and monitoring on the execution and the status of tasks, the time taken for completion, the person responsible who performed it and the task information that has been added. The level of detail provided is fine grained which will allow the site manager and work teams more precise control about each task. In this way it is possible to detect in real time the deviations of daily, and weekly planning and longer term planning the takt time defined. In fact, the system notifies the responsible any deviation on the takt time. All this information can be accessed from anywhere with different devices representing a complete knowledge about the execution of the work that influences in productivity, efficiency, and together with the composition, agile change management.

Finally in the optimization and improvement phase the identified deficiencies will be resolved.

Case of study

Based on what we have specified before, in this article we have developed a specific case of study applied to the flooring works. This case study aims to validate the use of the BPM strategy together with the IoT technological approach to improve the management of the site works execution through its monitoring and traceability. To carry out this case of study we have used the BPMS open

Fig. 2. Modelado BPMN de procesos de pavimentación. BPMN modelling of flooring process.



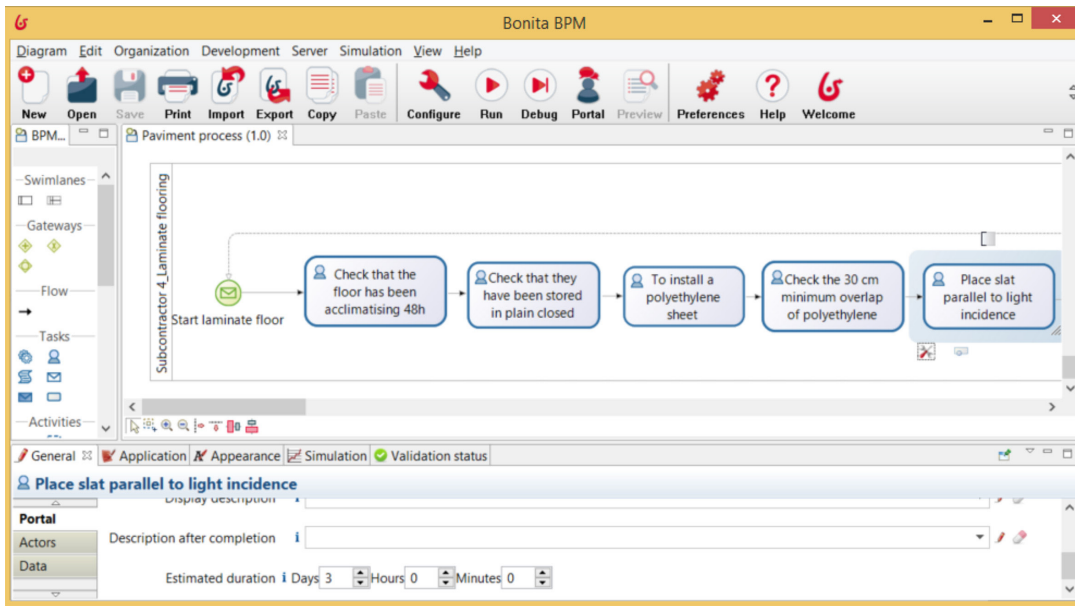


Fig. 3. Estimación del tiempo de ejecución de las tareas de pavimentación.
Estimated of execution time for flooring tasks.

de ejecución para cada una de las tareas incluidas en los procesos de pavimentación. En la figura 3 se muestra que el tiempo estimado para la tarea *Place slat parallel to light incidence* es de 3 días.

Una vez modelados los procesos y estimado el tiempo de ejecución, se realizó la implementación de cada una de las tareas para automatizar el proceso, garantizar su ejecución guiada y, sobre todo, la trazabilidad y seguimiento de los mismo. En concreto, la interfaz de usuario se ha implementado mediante formularios Web con características de usabilidad sobre dispositivos de uso cotidiano, como smartphones y smartwatch, para facilitar la interacción con los participantes del proceso (figura 5). De esta forma, cada participante involucrado en el proceso recibirá un evento con las tareas a realizar, los detalles informativos de dichas tareas, así como una interfaz de interacción para controlar su ejecución.

Todas las acciones que se realicen en los procesos y se

source platform Bonita BPM version 6.3.8, together with a SmartWatch Samsung Gear S model and a Nokia Lumia 910 Smartphone.

In first place was made the processes modelling of the most common flooring (ceramic, marble and wood laminate) using standard BPMN modeling as it is shown in Figure 2.

Later it has been defined the estimated execution times for each of the tasks in the flooring. Figure 3 shows the estimated time for the task *Place slat parallel to light incidence* is 3 days.

Once the processes have been modelled and the execution time has been estimated, the implementation of each of the tasks to automate the process, ensure its guided implementation and, above all, their traceability and monitoring. Specifically, the user interface has been implemented using Web forms with usability features for everyday devices such as smartphones and SmartWatch, to facilitate interaction with participants of the process (Figure 5). In this way each participant involved in the process will receive an event with the tasks to perform, information details of these tasks, as well as an interaction interface to control its execution.

All actions carried out in the process and notified through the devices will impact on BPMS tool portal, which will allow the site manager to have a total control over their implementation (tasks performed, tasks with delay, execution time of tasks, participants who performed them, assignment of new tasks, etc.). Site manager can access to the tool portal from several mobile devices that will allow him to have a complete and detailed control of the work at any time. An example for traceability and process monitoring wood laminate is shown in Figure 5.

Conclusions

Through the existing project management systems site information is not available in real time, this hinders its management against the variability that characterizes the construction process. All this makes them unsuitable against the dynamism of the building works, causing delays in contractual terms. It is for this reason that it is proposed in this paper a model based on the BPM methodology, to obtain a flexible and comprehensive system through modelling, process standardization, automation and composition and its monitoring and control. The comprehensive model

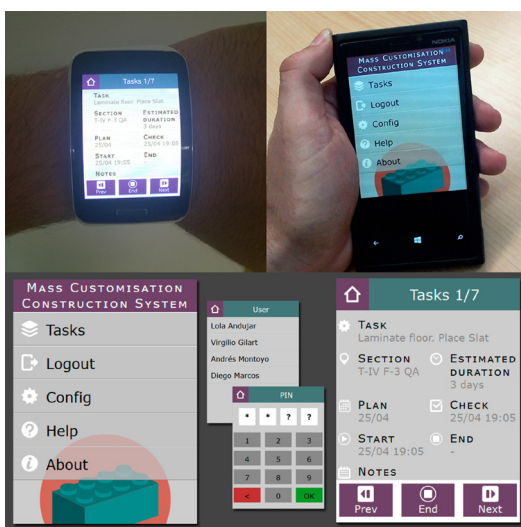


Fig. 4. Interfaz de usuario para interacción con el proceso.
User interface for the interaction with the process.

notifiquen a través de los dispositivos tendrán repercusión en la herramienta de portal del BPMS, la cual permitirá al jefe de obra tener un control total sobre su ejecución (tareas realizadas, tareas con retraso, tiempos de ejecución de las tareas, participante que la realizó, asignación de nuevas tareas, etc.). El jefe de obra puede acceder a la herramienta de portal desde diferentes dispositivos móviles lo que le

Fig. 5. Traceability and monitoring of the laminated flooring process in Bonita Portal.

Trazabilidad y monitorización del proceso de laminado de madera en Bonita Portal.

The screenshot displays the Bonitasoft web application interface. The top navigation bar includes the Bonitasoft logo, user information (Welcome: Virgilio Gilart, Administrator), and settings. The main content area is divided into several sections:

- Left Sidebar:** Contains navigation options: Pending, Failed, Done, and Apps. Under 'Apps', there is a task titled 'Subcontractor 4_Laminate flooring 2.0'.
- Task List:** A table with columns 'Name' and 'Performed date'. It lists three tasks:

Name	Performed date
To install a polyethylen... 2 - Subcontractor 4_Laminate fl...	03/13/2015 8:57 PM
Check that they have be... 2 - Subcontractor 4_Laminate fl...	03/13/2015 8:57 PM
Check that the floor ha... 2 - Subcontractor 4_Laminate fl...	03/13/2015 8:57 PM
- Task Details:** The selected task is 'Check that they have been stored in plain closed'. It includes:
 - Description:** No description.
 - Case:** 2
 - Apps:** Subcontractor 4_Laminate flooring
 - Assigned to:** Virgilio Gilart
 - Due date:** 03/13/2015 8:58 PM
 - Type:** Human task
 - Technical details:** Done March 13, 2015 by Virgilio Gilart
 - Comments:**
 - vgilart (0 sec ago): Detected defect in polyethylene roll
 - System (4 min ago): The task "To install a polyethylene sheet" is now assigned to vgilart
 - System (4 min ago): The task "Check that they have been stored in plain closed" is now assigned to vgilart

permitirán tener un control total y detallado de la obra en cualquier momento. En la figura 5 se muestra un ejemplo para la trazabilidad y monitorización del proceso de laminado de madera.

Conclusiones

Mediante los actuales sistemas de gestión de proyectos no se dispone de información de la obra a tiempo real, este hecho dificulta su gestión frente a la variabilidad que caracteriza al proceso constructivo. Todo ello hace que resulten inadecuados frente al dinamismo que impera en las obras de edificación provocando retrasos en los plazos contractuales. Para hacer frente a esta problemática, se propone en el presente trabajo un modelo basado en la metodología BPM que permita la obtención de un sistema ágil e integral a través del modelado, la estandarización de procesos, su automatización y composición y su seguimiento y control. El modelo integral posibilita la disponibilidad y acceso en tiempo real a la información sobre las actividades de la obra, permitiendo su trazabilidad y monitorización a través de la visualización de su estado, evolución y el grado de cumplimiento de las tareas de ejecución. Esta ubicuidad y disponibilidad de información a tiempo real supone un una forma de reducir errores por falta de información, y permite la sincronización y coordinación de todos los actores implicados reduciendo trabajos duplicados, aumenta la transparencia del proceso, permite la gestión del cambio de manera rápida y eficaz y reduciendo el plazo por su rapidez en la detección de desvíos.

allows the availability and access in real-time to the information of the activities, allowing their traceability and monitoring through the display of the status, evolution and the degree of compliance with tasks implementation. All this constitutes a particular way of reducing errors due to lack of information, allows synchronization and coordination of all stakeholders reducing reworks, increases transparency and allows efficiently the change management.

REFERENCIAS / REFERENCES

1. M. Alshawi, B. Ingirige, Web-enabled project management: an emerging paradigm in construction, *Automation in Construction* 12 (4) (2003) 349-364.
2. G. Ballard, *The last planner*, Northern California Construction Institute, Monterey, California (1994).
3. J.F. Chang, *Business process management systems: strategy and implementation*, Auerbach Publications: Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA, 2005.
4. A. dos Santos, J. Powell, Potential of poka-yoke devices to reduce variability in construction, *Proceedings IGLC*, Vol. 7, 1999, p. 51.
5. N. Forcada Matheu, *Life cycle document management system for construction*, Department of Construction Engineering Polytechnic University of Catalonia, 2005.
6. Z. Giménez Palavicini, C. Suárez Isea, Diagnóstico de la gestión de la construcción e implementación de la constructabilidad en empresas de obras civiles, *Revista ingeniería de construcción* 23 (1) (2008) 04-17.
7. S. Hong-Minh, R. Barker, M. Naim, Identifying supply chain solutions in the UK house building sector, *European Journal of Purchasing & Supply Management* 7 (1) (2001) 49-59.
8. M. Kirchner, *High Performance through Process Excellence*, Berlin/Heidelberg (2009).
9. L. Koskela, *Lean production in construction*, Lean Construction A.A. Balkema Publishers (1997) 1-9.
10. L. Koskela, *Lean production in construction*, *Lean construction* (1997) 1-9.
11. L. Koskela, G. Howell, E. Pikas, B. Dave, If CPM is so bad, why have we been using it so long?, (2014).
12. A.I.F. Martín, V.G. Frías, B.P. Romero, La cadena de suministro en proyectos de construcción, *II International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, Burgos, Spain 2008, pp. 1715-1724.
13. F.y.e. ONTSI, *Análisis sectorial de implantación de las TIC en la PYME española*, Informe E-PYME (2013).
14. P. Rausch, M. Stumpf, Linking the Operational, Tactical and Strategic Levels by Means of CPM: An Example in the Construction Industry, in: P. Rausch, A.F. Sheta, A. Ayesh (Eds.), *Business Intelligence and Performance Management*, Springer London, 2013, pp. 27-42.
15. J.J. Shi, D.W. Halpin, Enterprise resource planning for construction business management, *Journal of Construction Engineering and Management* 129 (2) (2003) 214-221.
16. S. Shingo, *A study of the Toyota production system: From an Industrial Engineering Viewpoint*, Productivity Press, 1989.
17. P. Simonsson, M. Emborg, Increasing productivity through utilization of new construction techniques and Lean Construction philosophies in civil engineering projects, *Nordic Concrete Research Publication* 39 (1) (2009) 53-74.
18. T. Woodley, S. Gagnon, BPM and SOA: Synergies and Challenges, *Web Information Systems Engineering-WISE 2005. 6th International Conference on Web Information Systems Engineering*, Springer, New York, USA, 2005, pp. 679-688.
19. J.-B. Yang, C.-T. Wu, C.-H. Tsai, Selection of an ERP system for a construction firm in Taiwan: A case study, *Automation in Construction* 16 (6) (2007) 787-796.
20. M. zur Muehlen, D.T.-Y. Ho, Risk management in the BPM lifecycle, *BPM 2005 International Workshops, BPI, BPD, ENEI, BPRM, WSCOBPM, BPS*, Springer, Nancy, France, 2006, pp. 454-466.



SISTEMAS URBANOS DRENAJE SOSTENIBLE



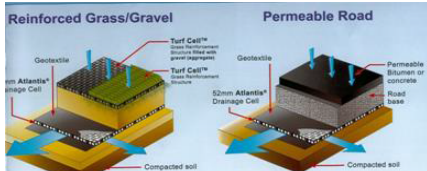
- Integración de redes de drenaje sostenible en obras de Regeneración Urbana, Urbanismo, Edificación, Obra Civil...
- Diseño y dimensionamiento de nuevas redes de drenaje mediante Técnicas de Urbanismo de Bajo Impacto
- Alivio de sistemas de drenaje existentes, Atenuación de picos de precipitación, Técnicas anti-inundación
- Desarrollo y venta de tecnología para construcción de SUDS



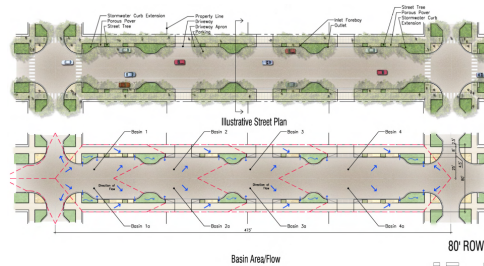
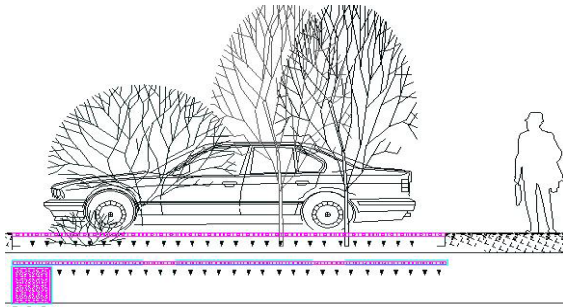
PAVIMENTOS PERMEABLES



AZOTEAS ECOLOGICAS

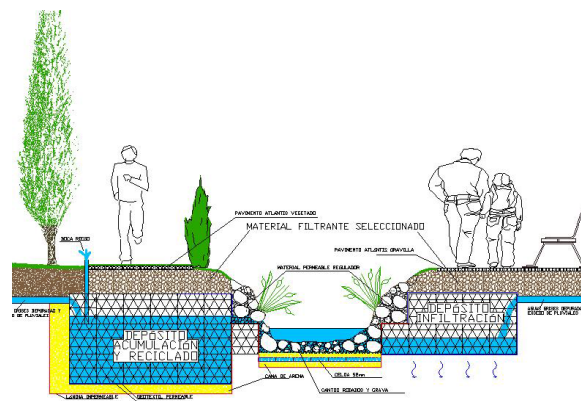


SUMIDEROS FILTRANTES NATURALIZADOS RAIN-GARDENS



Filtración, retención y tratamiento en origen de pluviales

DEPOSITOS



ECO-CUNETAS



Comfort Urban Places: una propuesta para diseñar espacios únicos que proporcionan bienestar. Casos Prácticos

Comfort Urban Places: a proposal for designing unique places that provide welfare. Practical Cases

Igone García¹, Karmele Herranz¹, Laura Gutierrez¹, Juan Angel Acero¹, [Itziar Aspuru](mailto:itziar.aspuru@tecnalia.com)¹

ABSTRACT

Tecnalia proposes the concept of comfortable urban place (CUP®), defined as space with its own identity, adapted to the expectations and perception of citizens using it and adapted to its specific environmental conditions. CUP is also a methodology that determines the overall comfort in outdoor spaces, quantifying objective and subjective variables. It constitutes a supporting tool for decision-making in urban design, since it allows identifying challenges and opportunities, proposing ideas to face them and facilitates the comparative analysis of the benefits of different design options.

The role of Tecnalia in this field is to complement the expertise of urban designers, so CUP analysis is focused on the user's perception of the public places and on the environmental factors of comfort defined in relation to sensory perception channels. We consider that the most relevant sensory perception channels for the environmental urban comfort are following: Lighting/visual comfort; Acoustic comfort (soundscape); and Thermal comfort.

To conclude, the user's perception of the public places is inherent in the concept of comfort. Therefore, the perception variable must be integrated into the analysis of each of the environmental comfort vectors above mentioned.

CUP methodology integrates the abovementioned environmental comfort variables and it allows assessing the comfort of a place through an integral comfort indicator or on the contrary to obtain a value of each comfort variable. For this aim, the methodology is carried out in two phases.

The first one is the field data collection: assessment of the physical place, measuring the environmental variables and perception assessment tools.

The second phase consists on the data treatment through modeling tools that allow to: Model different scenarios and take conclusions for the decision support; Provide design criteria to build more comfortable urban places and quantifying their benefits based on the results of the comfort indicators; and to Certify the comfort of an existing urban place with the brand CUP of Tecnalia as an environmental quality award of the place.

Two practical cases of how CUP has contributed to the design of the renovation of an urban space will be presented: squares in Bilbao and Basauri cities. Both cases were developed in collaboration with urban designers and the municipal responsible for public spaces. Bilbao already made the renovation of the square and citizen's perception of the place clearly improved.

CUP analysis developed by Tecnalia allows us to participate in the design of comfort in public spaces, creating singular places where citizenship enjoys, relaxes, talks, walks... They will be special and different from other places (place identity).

Key words: Urban comfort, Urban planning, Visual comfort, Thermal comfort, Soundscape.

(1) TECNALIA. E: itziar.aspuru@tecnalia.com

Introducción

Las ciudades compiten por ofrecer a los ciudadanos una oferta de espacios públicos que aporten valor añadido y dinamicen la ciudad desde el punto de vista económico y social.

En este contexto, el espacio público constituye un elemento fundamental de ciudad, siendo mucho más que el hueco entre edificaciones o el área no construida y sin funcionalidad. Se trata del ámbito de encuentro entre habitantes y visitantes, donde se da la convivencia, y donde se ubican los símbolos de la ciudad a la que pertenecen.

Diseñar, renovar o desarrollar espacios a espaldas de quienes los van a utilizar puede derivar en un rechazo ciudadano, implicando un alto riesgo de que se conviertan en lugares con los que la ciudadanía no siente arraigo. Este rechazo puede manifestarse en que no se utilice el espacio o en que surjan protestas.

Para que los espacios urbanos sean vividos es necesario que: se ajusten a las expectativas de los usuarios, ofrezcan confort y estén adaptados al entorno en el que se ubican. En última instancia, deben ser elemento clave del bienestar que se vive en la ciudad, entendido éste como una expresión del confort en el largo plazo.

De esta forma, entramos en el terreno de lo percibido y, por lo tanto, de lo subjetivo. Tecnalía asume el reto de aportar investigación en este campo, ciencia multidisciplinar y tecnología para contribuir a cuidar la calidad de esos espacios, a través de la puesta en valor del confort ambiental como elemento para dotar de la correcta funcionalidad a los espacios urbanos.

En la aproximación de Tecnalía el confort ambiental urbano se obtiene al integrar el confort asociado a los factores específicos que configuran el ambiente y que se dividen, dependiendo del canal sensorial que involucran, en: acústico, térmico, lumínico o visual y olfativo, a lo que se añade el procesamiento cognitivo de los mismos (percepción).

Dentro de este contexto de trabajo, Tecnalía atiende a la dimensión acústica, térmica y lumínica o visual del confort, con una metodología que permite integrar el confort ambiental en el diseño de espacios urbanos poniendo el foco en la ciudadanía y sus expectativas.

La marca de confort ambiental de tecnalía: CUP y su proceso de trabajo

CUP es una marca registrada de Tecnalía que nace con la vocación de aportar al diseño urbano criterios de confort ambiental. La metodología CUP se apoya en unos Indicadores que cuantifican el confort acústico, térmico y lumínico de los espacios analizados, integrando en ellos la percepción y la opinión de sus usuarios. Permite valorar el efecto de diferentes alternativas de intervención y así mejora el proceso de diseño y toma de decisión al incorporar nuevos elementos.

La hoja de ruta de trabajo que propone Tecnalía pretende contribuir al proceso de diseño urbano desde las primeras fases de contextualización de los proyectos. En cualquier caso, se trata de una metodología adaptable a las necesidades identificadas por el equipo de arquitectura o de diseño urbano que lidere el trabajo.

Introduction

Cities compete among them to offer citizens a range of public spaces that provide them added value and they revitalize the city from an economic and social standpoint.

In this context, the public space is a basic element of the city, being much more than the gap between buildings or the unbuilt area without a clear functionality. Public space allows and could promote meeting among residents and with visitors, where they coexist, and where they find symbols of the city to which they belong.

Designing, renovating or developing public spaces behind of citizens who will use them can lead to citizens' rejection with a high risk of being places that do not give sense of belonging to them. This rejection can manifest itself in people not using the space or protesting.

In order to promote that people really live public urban spaces is required to: answer to the expectations of their users, offer comfort, and be adapted to the environment in which they are located. Ultimately, they must be key elements for wellbeing in the city, understood as an expression of comfort in the long term.

Thus, we enter the realm of what is perceived and, therefore, of the subjectivity. Tecnalía takes on the challenge of providing research on this issue, multidisciplinary science and technology to help ensuring the quality of these spaces through commissioning environmental comfort value as an element to provide proper functionality to urban public spaces.

Tecnalía approaches urban environmental comfort as a result of the integration of comfort associated with the specific factors that shape the environment. Those factors can be defined considering the sensory channel they involve: acoustic, thermal, lighting or visual and olfactory, to which is added cognitive processing thereof (perception).

Within this context of work, Tecnalía considers the acoustic, thermal and light or visual dimension of comfort, with a methodology that integrates environmental comfort on the design of urban spaces by putting the focus on citizens and their expectations.

CUP, a brand of environmental comfort by Tecnalía

CUP is a registered trademark of Tecnalía, created with the aim of contributing to urban design with criteria about environmental comfort. The CUP methodology is based on indicators that quantify the acoustic, thermal and lighting comfort of urban spaces, integrating on them the perception and opinions of their users. It allows assessing the effects of different alternatives for intervention on the places and therefore it improves decision making, since it adds new elements to be considered.

The procedure of work proposed by Tecnalía aims to contribute to urban design process from the earliest stages of contextualization of the project. Anyhow, the methodology will suit to the specific needs identified by the urban design team that leads the work.

Practice of applying environmental comfort: the experience of the Plaza San Fausto in Basauri

Basauri's San Fausto square, located in the heart of town,

Ejemplo práctico de confort ambiental: la experiencia de la Plaza San Fausto en Basauri

La plaza San Fausto de Basauri, ubicada en el corazón del municipio, constituye uno de los espacios públicos urbanos icónicos del municipio. Se trata de una plaza elevada con respecto a las vías férreas y durante las fiestas patronales constituye polo de atracción para los residentes y visitantes de Basauri.

No obstante, presenta algunas carencias que derivan en un bajo uso. Por ello, el consistorio, dentro de un proyecto de mayor envergadura, se plantea la renovación integral de la plaza en un proyecto liderado por la ingeniería Idom.

La oportunidad de trabajo surgió de un concurso lanzado por Tecnalía "Diseña Confortable" al que respondió el equipo de diseño del proyecto mostrando su interés por contar con la aproximación CUP como elemento de valor. El proyecto de la Plaza de San Fausto fue seleccionado por el interés del ámbito de aplicación y la oportunidad de que la metodología CUP aportara en el proceso.

Se describe a continuación las fases en las que consistió el trabajo:

Etapas 1. Diagnóstico simplificado del confort en la situación actual de la plaza.

El objetivo de esta etapa era analizar cuáles eran las posibles causas de ausencia de confort (o de otras variables del espacio) que pudieran motivar su bajo grado de utilización. Para ello, se efectuaron visitas de campo y modelizaciones que representan las condiciones ambientales de la plaza para los diferentes momentos del año. Este análisis permitió identificar los aspectos o factores críticos a los que el proceso de rediseño de la plaza debía atender para evitar problemas de disconfort.

Etapas 2. Aportaciones a las alternativas de diseño.

El equipo de diseño del proyecto barajaba diferentes alternativas de diseño para la plaza, en las que se planteaban modificaciones de elementos de la plaza que afectan a los niveles de confort. En esta etapa de trabajo, Tecnalía realizó una evaluación cualitativa de cada uno de los elementos pendientes de decisión en las alternativas de diseño. Para ello, se generó una matriz que comparaba los niveles de confort que cada alternativa de diseño suponía con respecto a la situación inicial.

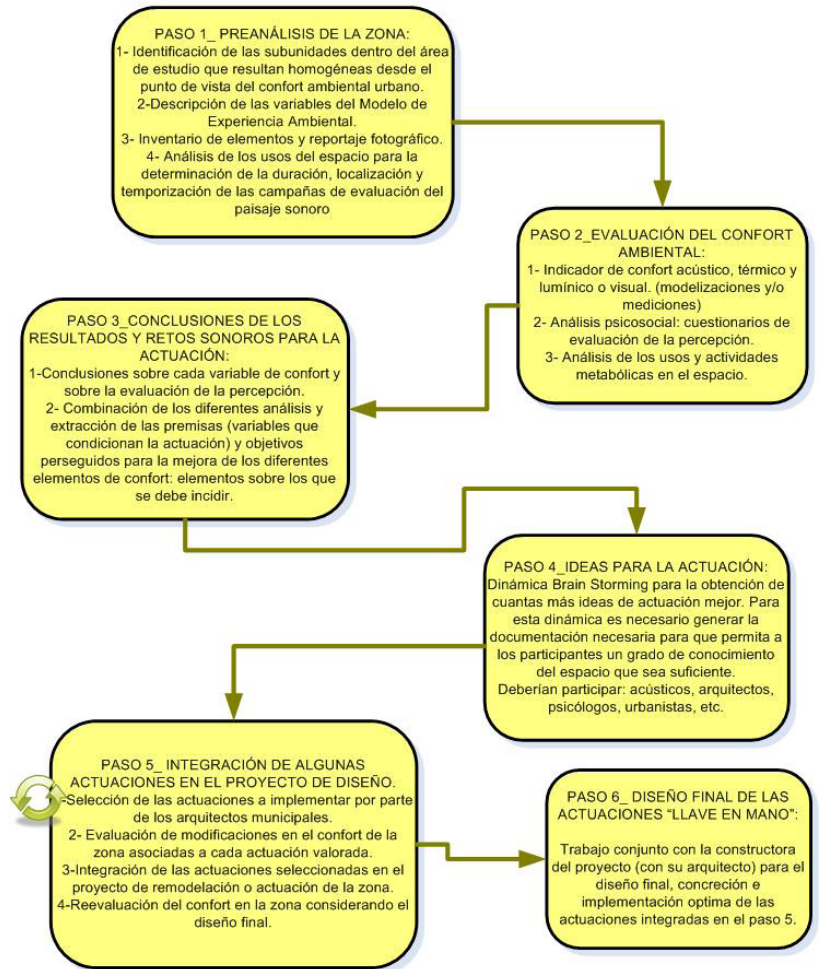
El objetivo final de esta etapa fue que el equipo de diseño del proyecto y el técnico municipal tuvieran criterios que ayuden a la toma de decisión para crear una nueva alternativa que ofrezca las mejores condiciones desde el punto de vista del confort.

Etapas 3. Propuestas de mejora para la solución de diseño finalmente adoptada.

Una vez que el equipo de diseño hubo finalizado el proceso de diseño, Tecnalía pudo aportar ideas concretas para la mejora del confort del espacio.

Para ello se elaboró una modelización del confort ambiental asociado con el diseño final, aplicando herramientas propias para cada una de las variables analizadas y como conclusión de este proceso se propusieron ideas de mejora para cada una de las variables de confort de forma particular (térmico, acústico y lumínico). Finalmente, el equipo de trabajo CUP de Tecnalía analizó de forma combinada todas las aportaciones para generar una propuesta integral de ideas de mejora al diseño.

INTEGRACIÓN DEL CONFORT AMBIENTAL COMO VARIABLE PARA LA DEFINICIÓN DE ACTUACIONES DE INTERVENCIÓN Y RENOVACIÓN DE ESPACIOS URBANOS



is one of the iconic urban public spaces of the town. It is a place elevated with respect to a railway infrastructure and during the festivities of the town is the main meeting point for residents and visitors of Basauri.

However, it has some deficiencies that imply that it is used by fewer people than expected. Therefore, the municipality raises the renovation of the square, within a larger project. The project is led by Idom Engineering.

The opportunity to work grew out of a tender launched by Tecnalía "Design comfortable" that was replied by the project design team showing its interest on CUP as an element that will increase the value of the project. San Fausto square project was selected by its interest linked to the area under study and the opportunity that the CUP methodology brings in the process.

The phases to carry out the work are described in the following paragraphs:

Stage 1. Simplified diagnosis of comfort in the current situation of the square.

The objective of this phase was to analyse which were possible causes for absence of comfort (or other space variables) that could motivate its low degree of use. To do so, were conducted field visits and modelling that represent environmental conditions in the square at the different times of the year. This analysis allowed us to identify aspects or critical factors to which the process of redesign of the square should take care to avoid discomfort.

Fig. 1. Imagen que ilustra el proceso de trabajo para la integración de CUP en el diseño urbano de un espacio concreto

Figure illustrating the procedure of process to integrate CUP on the urban design of a specific space

Fig. 2. Imagen que ilustra las condiciones ambientales en verano del espacio, en términos de su potencial confort para un uso estancial

Image illustrating the environmental conditions in summer, in terms of its potential comfort when staying at the squares.

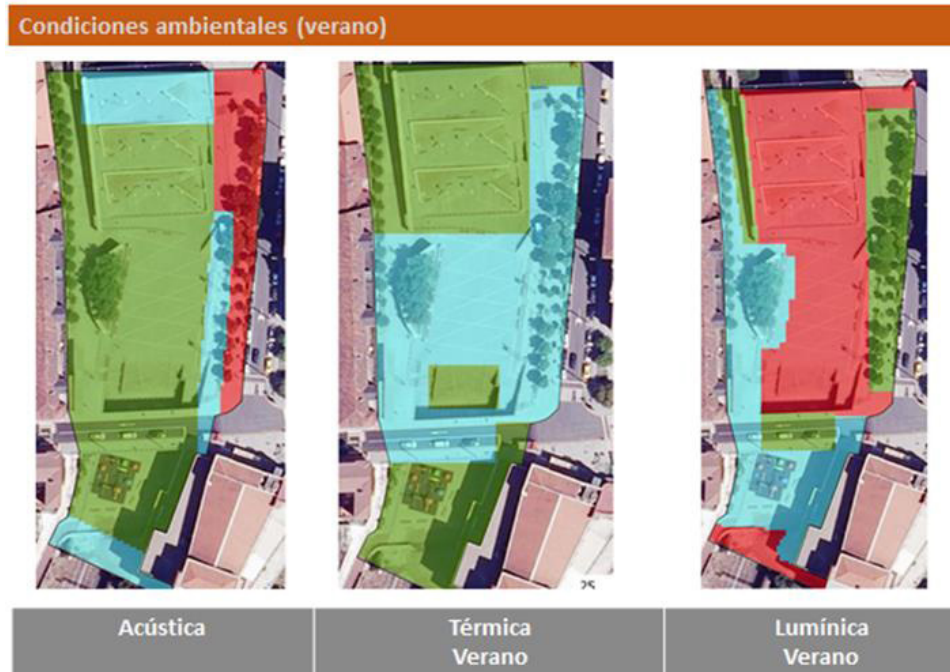


Fig. 3. Imagen que ilustra las condiciones ambientales en invierno del espacio, en términos de su potencial confort para un uso estancial

Image illustrating the environmental conditions in winter, in terms of its potential comfort when staying at the square.

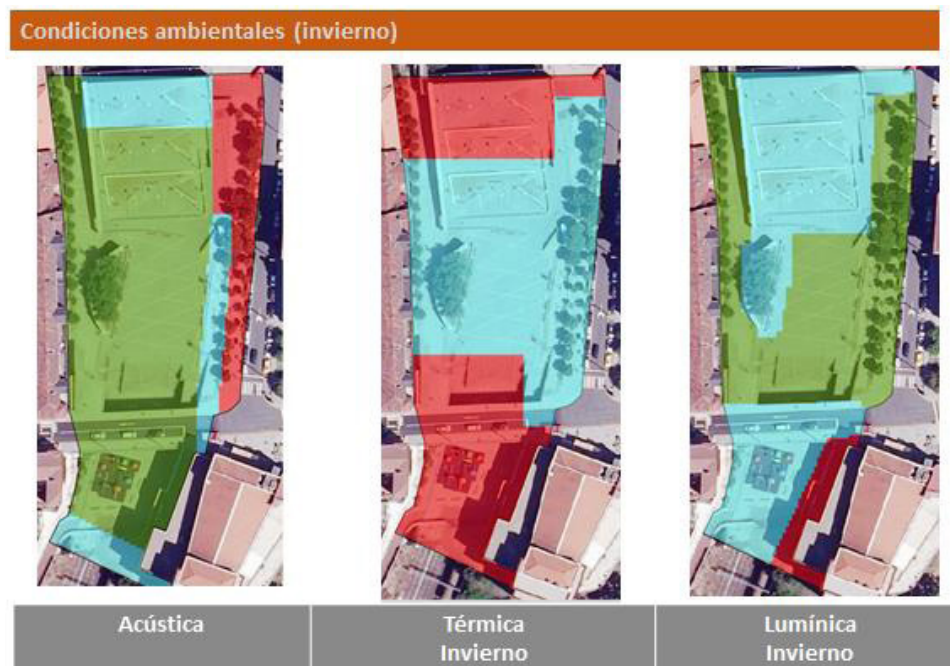
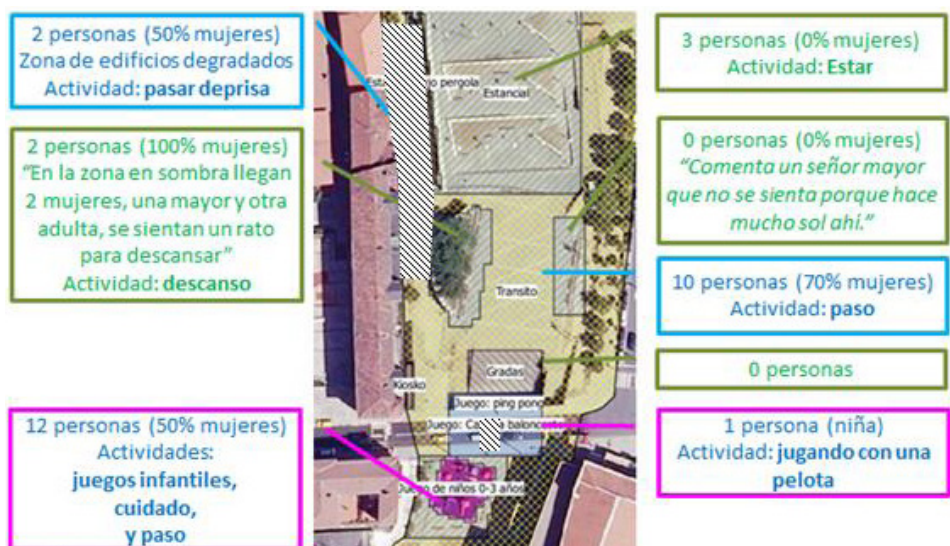


Fig. 4. Imagen que ilustra el grado de utilización del espacio público. Se han identificado los espacios críticos en términos de seguridad, limpieza o mantenimiento (rayado en negro).

Image which illustrates the degree of use of the public space. Critical areas were identified in terms of safety, cleaning, or maintenance (dashed black).



Condición que se evalúa	Modificación	Variables	Epoca años	ALTERNATIVAS			Cambios respecto a la situación actual	Implicaciones para Propuesta Urbana
				1	2	3		
Se evalúa la modificación en la zona Sur atendiendo a la subida de su cota con respecto al viaducto y en comparación con la situación actual.	Subida cota zona sur viaducto	A		↔↔	↔↔↔	↔↔	Empeoran las condiciones acústicas ya que la plaza se sitúa a la altura de la carretera, siendo entonces impactada por ruido de tráfico. En la segunda propuesta esta zona estaría más protegida por una pantalla acústica de 1 metro, la misma altura del lado de las personas adultas de modo a evitar la altura facilitando la colocación de medidas de protección frente a la situación en sus otros elementos estar a la misma cota.	En cualquier de las opciones es necesario buscar soluciones para mejorar las condiciones acústicas de esta zona. En la alternativa 2, aunque a priori sea menos favorable acústicamente, la diferencia de cotas ayuda a la implantación de medidas correctoras eficaces a la altura del oído humano.
		T	Verano	↔	↔	↔	Las condiciones térmicas se asemejan a las actuales.	
			Invierno	↔	↔	↔	Mejoran ligeramente las condiciones térmicas por efecto de sombra del empujamiento de la plaza del puente (viaducto). Además en las otras zonas (fuerza del puente) las vientos pueden seguir afectando.	Se deberá estudiar la disposición interna de elementos de la plaza (árboles, pérgolas, etc.) que mejoren las condiciones principalmente luminicas en esta zona.
		L		↔	↔	↔	A subir la cota se facilitan menos horas de sombreado en la zona y por tanto la condición luminica empeora.	
		Otros	Eliminación punto crítico	↔↔↔	↔↔↔	↔↔↔	Al no variar las viviendas municipales se resultó este punto crítico.	Cuidado con la eliminación de la vía de paso de esta zona, bastante frecuentada.
Evaluación de la afectación de la modificación en la globalidad de la plaza	Construcción de nueva edificación en zonas degradadas	A		↔	↔	↔	Las condiciones acústicas se asemejan a las actuales.	
		T	Verano	↔	↔	↔	Las condiciones térmicas en verano se asemejan a las actuales. Sin embargo, en invierno cambiar el sombreado de la plaza por la eliminación de las edificaciones en la alternativa 2 y 3, puede mejorar el confort térmico.	
			Invierno	↔	↔	↔		
		L		↔	↔	↔	La eliminación de las edificaciones en las alternativas 2 y 3 disminuye el sombreado de la plaza y por tanto las condiciones luminicas.	Actualmente la plaza tiene unas condiciones luminicas (en el centro de la plaza) bajas por una mala orientación y prolongada. La eliminación de los edificios agrava esta situación por lo que es recomendable la ubicación de elementos de sombreado (árboles, pérgolas, etc.)
		Otros	Eliminación punto crítico	↔↔↔	↔↔↔	↔↔↔	A subir la cota de la plaza se resultó este punto crítico y se permite la integración de esta plaza con la contigua, favoreciendo su accesibilidad y usabilidad.	¿Cómo potenciar la integración entre las plazas?
Se evalúa la modificación en la zona de las gradas atendiendo a la subida de su cota en las diferentes alternativas y en comparación con la situación actual.	Subida de cota en la zona de gradas	A		↔	↔	↔	En la alternativa 1 y 3 empeoran las condiciones acústicas ya que la plaza se sitúa a la altura de la carretera, siendo entonces impactada por ruido de tráfico. La alternativa 2 no supone cambios significativos en la acústica de esta zona.	Habría que buscar soluciones para mejorar las condiciones acústicas de esta zona, en las alternativas 1 y 3.
		T	Verano	↔	↔	↔	Las condiciones térmicas en verano empeoran ligeramente al disminuir el sombreado de la plaza.	
			Invierno	↔	↔	↔	Mejoran las condiciones térmicas en invierno al disminuir el sombreado asociado al viaducto. Además en la alternativa 2 se consigue un refugio del viento al ser la cota de la zona de gradas varias metros debajo de la carretera.	Se deberá estudiar la disposición interna de elementos de la plaza (árboles, pérgolas, etc.) que mejoren las condiciones luminicas y de confort térmico en esta zona.
		L		↔	↔	↔	Las condiciones luminicas en la alternativa 1 y 3 empeoran al estar esta zona más tiempo al sol a subir su cota.	
		Otros						
Se evalúa la modificación en la zona central de la plaza atendiendo a la subida de su cota en las diferentes alternativas y en comparación con la situación actual.	Modificación cotas en la plataforma central de la plaza	A		↔	↔	↔	Las condiciones acústicas que ya eran buenas empeoran, para la parte central de la plaza en la alternativa 1 y 3, la alternativa 2 es muy similar a las condiciones actuales para el centro de la plaza.	Concordar la disposición interna de los elementos de la plaza en esta zona (árboles, pérgolas, etc.)
		T	Verano	↔	↔	↔	Las condiciones térmicas y luminicas se asemejan a las actuales.	
			Invierno	↔	↔	↔		
		L		↔	↔	↔	La eliminación de las edificaciones en las alternativas 2 y 3 podría contribuir a integrar este espacio con la plaza contigua, promoviendo su uso.	¿Cómo potenciar la integración entre las plazas?
		Otros	Eliminación punto crítico	↔↔↔	↔↔↔	↔↔↔	Las condiciones acústicas, térmicas y de iluminación de esta nueva zona, se comparan a las existentes en la zona de la zona actual.	
Evaluación de las condiciones ambientales en la ampliación prevista (plataforma norte) evaluadas considerando un posible carácter estacional de la misma.	Ampliación plataforma zona norte.	General		Medio en verano y medio o medio bajo en invierno			Las condiciones acústicas en la zona ampliada se asemejan a bajo confort, en la primera alternativa (al desarrollarse un viaducto) y serán compatibles con el confort en las otras dos opciones de la que la aplicación de pantalla acústica de 1 metro son compatibles.	En el caso de la alternativa 1 la presentación de un nuevo viaducto podría influir, negativamente a los niveles actuales de confort acústico en la plaza en su conjunto. Por otro lado la ampliación de la plaza prevista en las alternativas 2 y 3 podría disminuir la contribución del ruido de la carretera a las zonas actuales de la plaza.
		A		Bajo	Alto		Las condiciones térmicas y luminicas se asemejan a las actuales en la zona de la zona.	Se deberá estudiar la disposición interna de elementos en esta zona de la plaza (árboles, pérgolas, etc.) que mejoren las condiciones luminicas y térmicas confortables (uso).
		T	Verano	Sin variación significativa			Las condiciones térmicas y luminicas se asemejan a las actuales en la zona de la zona.	
			Invierno	Sin variación			En la alternativa 2, la no existencia de edificios adosados a esta zona hará que las condiciones luminicas en la zona fuesen bajas. En invierno, la alternativa 2 también puede mejorar el confort térmico por la disminución de zonas sombreadas.	
		L		Sin variación significativa				

En el caso de la Plaza San Fausto de Basauri las ideas que se plasmaron, concretadas en cuanto a su ubicación, dimensiones y cuantificando los beneficios aportados en términos de confort fueron las siguientes:

- Propuesta de reubicación del emplazamiento de equipamiento de juegos infantiles. Se incluye la ejecución de un elemento de cierre respecto al viario cercando para mejorar el confort acústico y dotar de mayor seguridad en su uso. Además, se detalla la ubicación óptima de los bancos asociados al cuidado de los niños, evitando que las personas que los utilicen sientan deslumbramiento por efecto del sol y facilitando, por tanto, que tengan mayor confort en el cuidado de los menores.
- Reubicación del arbolado (sin incrementar el número de pies) e inclusión de una pérgola. Esta modificación incrementa el confort térmico y lumínico en las zonas estanciales de la plaza.
- Modificación de la isleta que proponía el proyecto, tanto en cuanto a su orientación con respecto al tráfico, como en cuanto a la disposición de los bancos respecto al arbolado. Esta propuesta supone un incremento del confort acústico, al disponer los bancos de espaldas al tráfico y protegidos por la isleta, mientras que la modificación de su ubicación supone un incremento del confort térmico y lumínico.
- Propuesta de incluir un quiosco en una ubicación muy concreta buscado que proteja a la plaza del ruido de tráfico.
- Desarrollo de cursos de agua en la Alameda de paso preferente por la plaza para que el sonido de agua incremente el confort acústico en la zona.

Estos elementos, tal y como los proponía Tecnalía, contribuían a mejorar la solución final en términos de

Stage 2. Contributions to the design alternatives.

The design team of the project was considering different design alternatives for the square, where there were changes to elements of the square which affect the levels of comfort. In this stage of work, Tecnalía made a qualitative assessment of each of the items under discussion in the design alternatives. To do this, a matrix was generated to compare the levels of comfort linked to each alternative design with respect to the initial situation.

The ultimate goal of this stage was that the design team of the project and the municipal technician had criteria that help decision making to create a new alternative that offers the best conditions from the point of view of comfort.

Stage 3. Suggestions for improvement to the design finally adopted.

Once the design team had completed the design process, Tecnalía could contribute concrete ideas for the improvement of the comfort of space.

Tecnalia modelled the environmental comfort associated with the final design, applying its own tools for each of the variables analyzed. The conclusion of this process was to propose ideas to improve each of the variables of particular comfort (thermal, acoustic and lighting). Finally, the CUP team of Tecnalía analyzed in combination all contributions to generate an integral proposal of ideas to improve the design.

In the case of the San Fausto square in Basauri, the following ideas were proposed. These ideas were clearly defined and the benefits offered by them were quantified in terms of comfort level.

- Proposed relocation of playground equipment. It includes the implementation of an element of fencing regarding the road nearby to improve acoustic comfort and to provide greater safety in its use. In

Fig. 5. Imagen que ilustra parte de la matriz desarrollada para analizar los efectos en confort de las modificaciones adoptadas en cada alternativa.

Image illustrating part of matrix developed to analyze the effects on comfort of amendments adopted in each alternative.

confort ambiental sin suponer un encarecimiento del proyecto.

Conclusiones

Tecnalía cuenta con una marca CUP con la metodología asociada que permite integrar el confort ambiental como variable en los procesos de diseño urbano. Se trata de una aproximación:

- Modulable, puesto que aunque está pensada para ser abordada de forma integral, si se considerase que alguna de las variables es especialmente limitantes en un proyecto concreto, se podrá atender de forma individual a cuestiones acústicas, lumínicas o térmicas.
- Incluye la percepción de las personas: esto se manifiesta, tanto en la medida que los indicadores de evaluación del confort aplicados integran la variable subjetiva, como en la realización de cuestionarios a la población o el análisis del comportamiento de los usuarios de los espacios.
- Ajustable a los objetivos del equipo de diseño y a la fase del diseño urbano en la que se incorpore el equipo CUP de Tecnalía.

adición, it details the optimal location of benches associated with the care of children, avoiding that the people who use them feel glare by effect of the sun and facilitating, therefore, have greater comfort in the care of children.

- Relocation of trees (without increasing their number) and inclusion of a pergola. This modification increases the thermal and lighting comfort in the sitting areas of square.
- Modification of elevated green area proposed in the project, both in terms of its orientation with respect to traffic, as regarding the disposition of benches and trees. This proposal means an increase of acoustic comfort, providing the benches with their backs to traffic and protected by the elevated green area, while the modification of its location means an increase of thermal and lighting comfort.
- Proposal to include a kiosk in a very specific location in order to protect the square from traffic noise.
- Development of watercourses in the Alameda that is the main path to pass by in the square so that the sound of water will increase the acoustic comfort in the area.

These elements proposed by Tecnalía contributed to improve the final solution in terms of environmental comfort, without increasing the price of the project.

Conclusions

Tecnalía has a brand named CUP with the associated methodology that allows integrating the environmental comfort as a new variable in the process of urban design.

- It is a Modular approach: although it is intended to be addressed comprehensively, if deemed that any of the variables is particularly limiting on a specific project, it can address individually acoustic, light or thermal issues.
- It includes the perception of the people: indicators applied to evaluate environmental comfort take into consideration subjective variables, and the methodology could include the preparation of questionnaires to the population or the analysis of the behavior of the users of the spaces.
- The methodology is Adjustable to the objectives of the design team and to the phase of urban design when Tecnalía CUP team is incorporated.

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. Tornero, J.; Pérez Cueva, A.J.; Gómez Lopera, F. (2006) "Ciudad y confort ambiental: estado de la cuestión y aportaciones recientes". Cuadernos de Geografía, 80, 147 – 182.
2. Rodríguez V., M.; Fuentes Freixanet, V.; et al. (2006). "Ventilación y Confort". Estudios de Arquitectura Bioclimática, Vol. VIII, 103-116.
3. ISO (2014). "ISO/FDIS 12913-1 Acoustics -- Soundscape -- Part 1: Definition and conceptual framework". http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=52161
4. Brown, R.D.; Gillespie, T.J. (1995). Microclimatic Landscape Design: Creating Thermal Comfort and Energy Efficiency. Wiley, New York.
5. Burdett, R., and Sudjic, D., (eds.), 2011. Living in the endless city. Phaidon, London, UK.
6. Deakin, M. and Al Waer, H. 2012. From intelligent to smart cities. London: Routledge.
7. Economic Intelligence Unit (2013). A summary of the liveability ranking and overview. The Economist. Retrieved from <http://www.eiu.com>
8. Florida, R., 2003. The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community, and Everyday Life. Edition. Basic Books.
9. International Transport Forum, 2010. Transport Outlook 2010: The potential for innovation. Available online at: <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/10Outlook.pdf> [Accessed 2 September 2011].
10. Komninos, N., Schaffers, H., and Pallot, M., (2013) Open Innovation and Smart Cities. Open Innovation Yearbook 2013, EU Publications, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, pp. 34-42.
11. Lovins, A., 2011. Reinventing Fire: Bold Business Solutions for the New Energy Era. 1 Edition. Chelsea Green Publishing.
12. Rifkin, J., 2013. The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World. Edition. Palgrave Macmillan.
13. Schaffers, H., Komninos N., Ratti C. (eds) (2012) "Smart Applications for Smart Cities", Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, Vol. 2012, 3.
14. Shapiro, J. M. 2006. Smart cities: quality of life, productivity, and the growth effects of human capital. The review of economics and statistics, 88 (2), pp. 324--335.
15. Smedley, T. 2013. Smart cities: adapting the concept for the global south. the Guardian, 21 November.
16. Unhabitat.org. 2014. UN-HABITAT: Global Reports on Human Settlements. [online] Available at: <http://www.unhabitat.org/categories.asp?catid=555> [Accessed: 27 Jan 2014].

Líderes en calidad

La revista de energía y medioambiente para todos los sectores

energía de hoy.com

La revista de las Energías Renovables, la Eficiencia Energética y el Medioambiente
The Magazine of Renewable Energies, Energy efficiency and Environment

Energía de Hoy .com es la revista de energías renovables, eficiencia energética y medioambiente para la comunicación profesional y promoción de empresas, productos, servicios e innovación en cualquier sector. Facilitando información y mejores prácticas en gestión y utilización de la energía así como protección y conservación del medioambiente.

Energía de Hoy .com is the renewable energies, energy efficiency and sustainability magazine for the Professional communication and promotion of companies, products, services and innovation in any sector. Providing information and best practices in energy management and utilization, as well as, environment protection and conservation.

Soluciones de aislamiento térmico para edificios protegidos de especial interés arquitectónico o histórico. Ejemplo de actuación

Thermal insulation solutions for listed buildings with special architectural or historic interest. Example of use

Marta Epelde Merino¹

RESUMEN

Hoy en día, la necesidad de confort y ahorro energético son condicionantes requeridos por los habitantes de los edificios existentes y los edificios catalogados no deben quedarse fuera de esas ventajas para seguir siendo habitables y útiles. Para ello, la ejecución de una rehabilitación energética se convierte, más que en una obligación normativa, en una necesidad.

Mediante esta comunicación, queremos reflexionar sobre el cuidado de la estética que debe llevarse a cabo a la hora de acometer cambios en el aspecto de la fachada en la ejecución de un sistema de aislamiento exterior. Las técnicas para realizar acabados arquitectónicos sobre SATE (Sistema de Aislamiento Térmico Exterior) han evolucionado y permiten conservar la estética original del edificio mediante imitaciones, molduras o piezas cerámicas.

Cuando las características patrimoniales de la fachada no permitan el uso de sistemas exteriores, el aislamiento por el interior es una posibilidad. De esta manera, los edificios que deban conservar revestimientos especiales pueden también mejorar sus condiciones de confort y ahorro energético. Sin embargo, la colocación del aislamiento por el interior del cerramiento requiere de estudios especiales sobre formación de condensaciones y atención a las características propias de cada edificio.

En ejemplo de actuación que presentamos, es el edificio del Teatro del Príncipe, ubicado en la calle Aldamar de San Sebastián que fue, en sus inicios, hotel y teatro y en la actualidad alberga viviendas particulares y los cines Príncipe. Recientemente, dicho edificio presenta nueva cara tras una rehabilitación estratégica necesaria debido a su deterioro. Su situación en ambiente marítimo, ha contribuido a un desgaste importante debido a los continuos temporales y el salitre del mar convirtiendo a este tesoro arquitectónico en un elemento muy vulnerable. Las obras llevadas a cabo por la empresa Kursaal Rehabilitaciones le han devuelto el esplendor original y además lo han convertido en uno de los primeros edificios históricos que cuenta con aislamiento térmico exterior. Para ello se ha necesitado casi un año de trabajo y combinar técnicas de última generación con trabajos artesanos debido a la complejidad de su fachada..

Key words: Thermal insulation, energy efficiency, architectural aesthetic, historic heritage protection, energetic refurbishment. Aislamiento térmico, eficiencia energética, estética arquitectónica, protección patrimonio histórico, rehabilitación energética.

(1) Departamento de Eficiencia y Sostenibilidad. Kursaal Rehabilitaciones Integrales.. E: d.eficiencia@prkursaal.com

Introducción

Desde la publicación en 2006 del Código Técnico de la Edificación, la normativa referente a la rehabilitación energética ha ido evolucionando. Desde un primer ámbito de aplicación donde sólo se requerían criterios energéticos a las grandes rehabilitaciones⁽¹⁾, a exigir el cumplimiento en reformas definidas como "cualquier trabajo u obra en un edificio existente distinto del que se lleve a cabo para el exclusivo mantenimiento del edificio". Con esta modificación, el número de intervenciones donde existe la obligatoriedad de rehabilitar energéticamente se ha ampliado mucho.

Mediante este y otros cambios, como la publicación de la Ley 8/2013, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas, queda claro que la reducción de la demanda energética en el parque edificatorio estatal existente ha tomado la relevancia que requiere. Según datos aportados en la citada Ley, aproximadamente el 58% del parque edificado está construido antes de la entrada en vigor de la primera normativa sobre limitación de la demanda energética⁽²⁾.

Y la realidad es que, los edificios construidos desde 1980 hasta la entrada en vigor del documento básico "Ahorro de Energía" en el 2006, cumplen unas condiciones térmicas que están muy lejos de poder ser consideradas actualmente como eficientes. Con esto, nos encontramos que los edificios existentes son, en su mayoría, energéticamente deficientes y los esfuerzos para reducir drásticamente el consumo energético, reducir las emisiones de CO₂ y aumentar la sostenibilidad pasan, obligatoriamente, por reducir la demanda energética de los edificios construidos.

Los edificios protegidos por su valor histórico, patrimonial o artístico, suelen quedar excluidos del cumplimiento de la normativa sobre eficiencia energética³ pero es fundamental que, para que estos inmuebles no sean infrautilizados y caigan en el abandono, se adecuen. Además, por edificios protegidos no debemos pensar únicamente en monumentos, sino que hoy en día el patrimonio queda formado por distintos tipos de edificios singulares. Y dentro de los usos de los edificios catalogados, en la ciudad de San Sebastián por ejemplo, encontramos que son, en su mayoría, viviendas.

Por lo que existe un amplio número de viviendas cuyos edificios catalogados requieren de un tratamiento específico de la estética arquitectónica, además de adecuados niveles de confort y ahorro energético. Por lo que no se trata sólo de una corriente sobre sostenibilidad o una exigencia normativa, sino que los edificios protegidos de uso vivienda, también tienen que poder adaptarse a las condiciones actuales del elevado precio de la energía y las exigencias de habitabilidad interiores.

Aislamiento adaptado a la estética original

Muchas veces, la rehabilitación de la envolvente no ha sido considerada suficientemente porque no obtiene resultados tan brillantes en el ámbito financiero como la renovación de instalaciones existentes. Esto se debe a que la inversión económica por cambio de maquinaria obsoleta, suele tener períodos de amortización más cortos que, por ejemplo, la renovación de fachadas. Sin embargo, el primer paso para la eficiencia energética eficaz es, tal como marcan las secciones iniciales del CTE, reducir el consumo y la demanda energética del edificio. Cuando conseguimos, mediante medidas pasivas⁴, que el edificio requiera poca

Introduction

Energy refurbishment regulations have been evolving since the publication of Código Técnico de Edificación back in 2006. This meant a step forward that went from energetic requirements only asked in big refurbishment works; to the demand to fulfill the energetic requirements in refurbishments defined as "any work in an existing building that differs from that one exclusively done for the building maintenance". With this change, the number of interventions where is compulsory to energetically refurbish as grown significantly.

Thanks to the new Código Técnico de Edificación, together with the publication of the Law 8/2013 about urban refurbishment, regeneration and renovation; it is clear now that the reduction of the energetic demands of spanish buildings as a whole, has finally become relevant. According to data about the mentioned Law, approximately 58% of the overall buildings were constructed before the entry into force of the first regulation about limiting the energetic demands.

Truth is, buildings that where built from the 80s to the entry into force of the 2006 basic document about "energy efficiency", fulfil thermic regulations that are far from what is consider efficient nowadays. Therefore, most of the existing buildings are energetically deficient. This why the need of reducing the energetic demand of the buildings requires big efforts to drastically reduce their energy consumption, reduce the CO₂ emissions and improve their sustainability.

Protected buildings due to their historic or artistic heritage, are often excluded from energetic efficiency regulations fulfillment. Nevertheless, these buildings adjustment is necessary, so they are not underused and left abandoned. We cannot only think in monuments when referring to listed buildings. Nowadays, our heritage it is formed by different types of singular buildings. Between the uses of these listed buildings, we find, for example in San Sebastian city, that most of them are main residences.

A large number of listed buildings consequently require an specific treatment of architectonic aesthetics as well as adequate levels of comfort and energetic saving. So it is not only about sustainability mainstream issues or about regulatory requirements, but the listed buildings that are used as main residences have to be able to adapt to the current high prices of energy and the requirements concerning inhabitability.

Insulation adapted to the original aesthetic

Often, the rehabilitation of the envelope has not been considered enough because, financially, it is not as profitable as the renovation of existing facilities. This is because, economic investment by changing obsolete machinery, have shorter repayment periods than, for example, renovation of facades. However, reduce consumption and energy demand of the building is the first step to energy efficiency, as it is shown at the opening sections of the CTE. When we get, by using passive actions, that the building requires little energy to be heated or cooled, the facilities will be easier to install and less powerful and therefore more economical and profitable.

One of the most effective strategies is to create an insulated envelope, which is also energetically necessary in order to fulfill the growing restrictive energetic regulations. And

energía para ser calentado o enfriado, la climatización a instalar será más sencilla y de menor potencia y por tanto más económica y rentable.

Por ello, una de las estrategias más efectiva y energéticamente necesaria, es crear una envolvente aislada imprescindible para cumplir las cada vez más restrictivas normativas energéticas pero, sobretodo, para satisfacer los requisitos actuales de confort y satisfacción de las personas que los habitan. Sin embargo, mantener el equilibrio entre eficiencia energética, patrimonio y estética es, a menudo, una problemática difícil de resolver. Rehabilitar energéticamente la cubierta o los huecos suele ser relativamente sencillo en estos casos, pero la superficie afectada respecto al total de la envolvente es pequeña. Por ello, poder acometer actuaciones en la parte opaca de la fachada es una ventaja y asegura una mayor reducción de la demanda energética.

Sin embargo, a causa de la rehabilitación energética de envolvente que no tiene en cuenta el carácter arquitectónico de los edificios, se están transformando muchas fachadas características en superficies continuas, de morteros rugosos y acabados pintados. Como consecuencia, se está alterando, sin criterio estético, el aspecto original de los inmuebles y transformando su identidad. Es necesario, en los proyectos y las obras de rehabilitación energética, el trabajo de los técnicos para una sensibilización y atención hacia los acabados y la estética que definen las edificaciones, incluso aunque no se trate de edificios catalogados.

El uso de sistemas de aislamiento térmico exterior (SATE) con acabados adaptados a la estética original y el desarrollo de sistemas de aislamiento interior que aseguren la ausencia de condensaciones futuras, serán fundamentales para lograr resultados satisfactorios. Con estas dos estrategias, se podrá mejorar la eficiencia y sobretodo confort de muchos edificios sin comprometer los valores arquitectónicos del inmueble.

Un SATE para el Teatro del Principe

En el ejemplo de actuación que se presenta, se ha llevado a cabo una actuación localizada de aislamiento térmico exterior en un edificio catalogado en el Plan Especial de Protección del Patrimonio, manteniendo el carácter y la estética arquitectónica del edificio rehabilitado: el Teatro del Príncipe en San Sebastián. En abril de 2014 se inició la rehabilitación completa de la fachada a la calle Aldamar del Teatro del Príncipe, edificio protegido construido en 1921 por el arquitecto Ramón Cortázar. Se trata de un edificio emblemático situado en el número 7 de la calle Aldamar de Donostia. Es uno de los primeros construidos en Donostia a base de hormigón armado, material que el arquitecto califica

above all, to satisfy the nowadays needs of comfort and satisfaction among the people that inhabit these buildings. However, it is a problematic issue to keep the balance between energetic efficiency and historic or artistic heritage. To energetically refurbish the roof or the windows, is usually easier in these cases, but the amount of surface affected is relatively small compared with all the façade surface. Therefore, to undertake actions in the opaque part of the facade is an advantage and ensures a greater reduction in energy demand.

Many facades are being transformed because of energetic restorations that do not take into account the architectonic character of the buildings. This results into continuous surfaces made of coarse mortar and painted finish that transforms the original aspects of the buildings and transforms its identity altering them without considering the aesthetics standards. Specialists are necessary in the planning of the projects and energetic restoration works as they can increase sensitivity and draw attention to the finish and the aesthetics that define the buildings, even when they are not listed for their historical or architectural interest.

The use of insulation systems with exterior finishings that are well adapted to the original aesthetics of the building, together with the development of interior insulation systems that assure the lack of future condensations, are fundamental aspects in order to achieve satisfactory results. With the use of the mentioned strategies, efficiency and comfort of many of these buildings can be improved without endangering the architectonic value of the it.

A ETICS for Teatro del Principe

In the example of action that it is introduced, a localized intervention with exterior thermal insulation has been made in a listed building in the Special Plan of Protected Heritage, where the character and the architectural aesthetic of the refurbished building has been kept: the Teatro del Principe of San Sebastian. In april 2014, the complete refurbishment of the facade of Teatro del Principe began, a listed building that was build in 1921 by the architect Ramon Cortazar. This is an emblematic building in Aldamar Street in San Sebastian. Its one of the first buildings in the city that was built of reinforced concrete, wich was consider by the architect as an incombustible material that was used both in the structure as in the embellishment. The building consists of two differentiated parts by its interior uses. These are reflected in the disposition of the exterior facade: the lower part, mezzanine and first floor were originally for the theater and the cafe. Then separated by a thick cornice, the above floors were meant for housing.

The functional division that is shown in the facade, creates two very differentiated aesthetics: the lower part has a

Fig. 1. SATE con detalle decorativo en ventana. Kursaal Rehabilitaciones. 2012.

ETICS window with decorative detail .Kursaal Rehabilitaciones. 2012.

Fig. 2. Instalación de molduras sobre aislamiento térmico. Kursaal Rehabilitaciones. 2013.

Installation of thermal insulation moldings. Rehabilitaciones Kursaal. 2013.





Fig. 3. Estado inicial de la ornamentación antes de la rehabilitación. Teatro del Príncipe. Kursaal Rehabilitaciones. 2014.

Initial state of the embellishment before rehabilitation. Teatro del Príncipe. Kursaal Rehabilitaciones. 2014

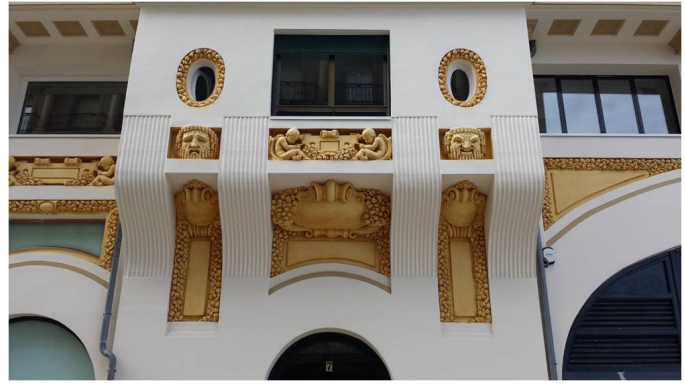


Fig. 4. Ornamentación una vez terminada la rehabilitación. Teatro del Príncipe. Kursaal Rehabilitaciones. 2014.

Rehabilitation of embellishment completed. Teatro del Príncipe. Kursaal Rehabilitaciones. 2014.

como incombustible y que usó tanto en la estructura como en la ornamentación. Consta de dos partes diferenciadas por su uso interior que quedan reflejadas en la disposición de la fachada exterior: la parte baja, entresuelo y primera planta para teatro (en origen) y cafetería y separadas por una gruesa cornisa, los siguientes pisos corresponden a viviendas.

Esta separación funcional, que se refleja en la fachada, crea dos estéticas muy diferenciadas: la planta baja consta de una decoración a base de arcos, cartelitas, guirnalda, ménsulas y máscaras que representan la Comedia y la Tragedia, mientras que la zona de viviendas está cubierta por un mosaico en tonos dorados y azules ejecutado a base de teselas. Los miradores y la primera planta retranqueada, presentaban paños de raseo en color blanco y molduras de hormigón más sencillas, mientras que la última planta retranqueada presentaba una terminación a base de ladrillo caravista vidriado en color verde.

Presentaba un avanzado estado de deterioro por la combinación de clima lluvioso, viento, salitre, actuaciones poco profesionales y el paso del tiempo, que abocaron al edificio a un grado de deterioro superior a la media. Mientras que en las plantas principales, los ornamentos de hormigón y mosaicos no permitían actuación exterior con aislamiento térmico, las plantas retranqueadas han sido objeto de rehabilitación energética. Se trata de una gran innovación en este tipo de edificios históricos y se ha ejecutado con un Sistema de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) con distintos tipos de acabados para adecuarse a los revestimientos originales del edificio.

Entre los distintos acabados, el primero que se instaló, la última planta retranqueada, fue un SATE con terminación cerámica antigua, de tipo vidriado, que se utilizó para respetar la estética, el color y los acabados originales del edificio. Las molduraciones de hormigón, de la planta de terrazas, también se han respetado, reproduciéndolas con los sistemas de aislamiento para evitar puentes térmicos. En otra de las zonas, se ha terminado el SATE con un mortero de acabado liso para, al igual que con el vidriado, respetar el estilo arquitectónico.

La ejecución de estos aislamientos exteriores con acabados especiales requiere una ejecución diferente a los habituales terminados con morteros rugosos. Por una parte, los morteros utilizados para terminaciones lisas o de imitación, tienen características y adherencias distintas que los habituales, por lo que requieren conocimientos sobre compatibilidad de materiales utilizados para evitar futuros problemas. En los casos de acabados cerámicos, la adherencia de las piezas al sistema de aislamiento es fundamental y además el sistema requiere refuerzos para soportar el peso añadido de la cerámica. Por último, los últimos avances en tecnología de impresión y escaneado en 3D, permiten la copia de molduras originales

decoration with arches, consoles, garlands, corbels and masks that represent Comedy and Tragedy. While the facade of upper floors used for housing is covered by a mosaic in golden and blue colours made of tesseras. The enclosed balconies and the floors with terraces, had white mortar finish and more simple concrete molding. While the last floor had a green glazed brick finish.

The facade showed a great deterioration due to the rain, wind, salt residue, badly executed interventions and the passing of time, so the building was more deteriorated than usual. In the main floors, the concrete ornaments and ceramic mosaics, didn't allow to do an exterior action with thermal insulation. However, the last two floors have been object of energy refurbishment. It is a great innovation in these type of historic buildings and it has been done with an ETICS (External Thermal Insulation Composite System) with different finishes to adequate to the original facings of the building.

The first type of finish installed, in the last floor, was the ETICS with a special glazed ceramic, that was used to preserve the aesthetic, the colour and the original aspect of the building. The concrete molding, in the terrace floor, has been also respected, as they have been reproduced with insulation systems to avoid thermal bridge. In other zones, ETICS has been finished with smooth mortar that respects the architectural style.

The execution of the exterior insulation with special finishes requires a different execution that usual rough mortar. On the one hand, the mortars used to smooth or faux finishes, have different characteristics and adhesions than the usual, which require knowledge of compatibility of materials used to avoid future problems. In ceramic finishes, adhesion of the pieces to the insulation system is critical and the system requires reinforcement to withstand the added weight of the ceramic. Finally, the latest developments in 3D printing and scanning technology, allow copying original moldings and to reproduce them in lightweight materials, suitable for installation in thermal insulation of the new renovated facade.

These special ETICS techniques that can imitate different kind of surfaces, open a new concept about thermal insulation systems, because they allow and show that they can be used in buildings that need to preserve a specific aesthetic. This way, it will be possible to do refurbishments more sustainably, using insulation systems in many types of buildings, even in listed buildings with special architectural or historic interest.

Interior insulation

As discussed above, strategies to improve the efficiency of the facades of listed buildings are, use of exterior insulation that imitate the architectural aesthetics or use of



Fig. 5. Edificio una vez terminada la rehabilitación. Teatro del Príncipe. Kursaal Rehabilitaciones. 2014
Initial state of the building before rehabilitation. Teatro del Príncipe. Kursaal Rehabilitaciones. 2014

Fig. 6. Edificio una vez terminada la rehabilitación. Teatro del Príncipe. Kursaal Rehabilitaciones. 2014
Rehabilitation completed. Teatro del Príncipe. Kursaal Rehabilitaciones. 2014.



Fig. 7. SATE con terminación cerámica de tipo vidriado. Teatro del Príncipe. Kursaal Rehabilitaciones. 2014.
ETICS with special glazed ceramic. Teatro del Príncipe. Kursaal Rehabilitaciones. 2014.

y su reproducción en materiales ligeros aptos para su instalación en el aislamiento térmico de la nueva fachada rehabilitada.

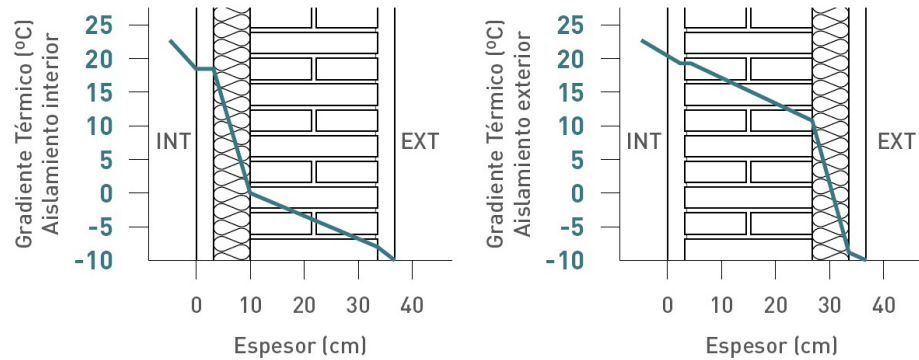
Estas técnicas de SATE específicas que reproducen acabados más allá de los clásicos morteros rugosos, abren un nuevo concepto sobre los sistemas de aislamiento térmicos, ya que permiten y demuestran que es posible, su utilización en edificios que requieren conservar acabados y estéticas concretas. De esta manera, será posible acometer un mayor número de rehabilitaciones en clave energética, usando sistemas de aislamiento en un amplio abanico de edificios, incluso los protegidos por su valor histórico o arquitectónico.

interior insulation. The interior insulation technique allows energetically rehabilitate even when the materials of the outer side must be fully respected, as was the case with mosaic facades of Teatro del Príncipe.

However, what may seem an easy to system to apply, it has an added complexity that is the control of condensation moisture. When insulation on the inside of the enclosure is applied, most of the constructive section is affected by the external environment and only the last few centimeters of insulation are getting raise the inner surface temperature. Therefore, the risk of condensation moisture, especially interstitial, is high and requires a specific study of each facade where the internal insulation is going to be applied.

Faced with this problem, we have studied and have adequate interior insulation system that has materials

Fig. 8. Diferencia de temperatura del cerramiento según la posición del aislante.
Fuente: Virginia Sánchez Ramos. Guía IDAE: Guía de recomendaciones de eficiencia energética; certificación de edificios existentes CE3. 2012.
Temperature difference depending on the position of the insulation. Source: Virginia Sánchez Ramos. IDAE Guide: Best Practices Guide for energy efficiency; CE3 certification of existing buildings. 2012.



Aislamiento interior

Como se ha comentado anteriormente, las estrategias para mejorar la eficiencia de las fachadas de los edificios catalogados son utilizar aislamiento exteriores que imiten la estética arquitectónica o utilizar aislamientos interiores. Esta última técnica permite rehabilitar energéticamente incluso cuando los materiales de la cara exterior deben ser respetados totalmente, como ha sido el caso de las fachadas con mosaicos del Teatro del Príncipe.

Sin embargo, lo que puede parecer un sistema fácil de aplicar, tiene una complejidad añadida que es el control de las humedades de condensación. Cuando se aplica un aislamiento en la cara interna del cerramiento, la mayor parte de la sección constructiva se ve afectada por el clima exterior y sólo los últimos centímetros de aislamiento son los que consiguen elevar la temperatura superficial interior. Por ello, el riesgo de aparición de humedades de condensación, sobre todo intersticiales, es alto y requiere de un estudio específico de cada fachada donde intervenir con aislamiento interior.

Ante esta problemática, hemos estudiado y adecuado un sistema de aislamiento interior que cuenta con materiales adaptados a la limitación de las condensaciones. Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, hemos colaborado con la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) y el Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco para realizar un análisis higrorémico de distintas secciones de fachada características de la ciudad de San Sebastián bajo condiciones climáticas especialmente adversas. Gracias a este estudio, comprobamos la idoneidad de nuestro sistema de aislamiento interior en nuestro clima y en nuestras tipologías constructivas más habituales en los edificios catalogados.

Conclusión

Rehabilitar energéticamente los edificios catalogados y sobre todo, aquellos de uso vivienda, se ha convertido en una prioridad para adaptarlos a las necesidades actuales de habitabilidad, para que no caigan en desuso y para evitar el alto coste económico que supone su climatización.

Se ha demostrado que, mediante el uso de SATE con acabado arquitectónico, es posible llevar uno de los mejores y más efectivos sistemas de rehabilitación energética a los edificios con estética característica donde se permitan actuaciones en las partes opacas del cerramiento. Mediante la adecuación de los acabados a la estética original del edificio, se abre la posibilidad a mantener el carácter y estilo con el que fue creado.

Cuando la fachada no pueda ser aislada por el exterior en

adapted to the limitation of condensation. To ensure proper system operation, we have collaborated with the University of the Basque Country (UPV/EHU) and the Laboratory for Control Quality of Construction of the Basque Government for a hygrothermal analysis of different sections of typical facades of the city of San Sebastian under particularly adverse weather conditions. Thanks to this study we check the suitability of our system of internal insulation in our climate and in our most common building types in listed buildings.

Conclusion

Energy rehabilitation of listed buildings and especially those of home use, has become a priority to suit the current needs of habitability, to avoid falling into disuse and to avoid the high economic cost of its climatization.

It has been shown that by using SATE Architectural finish, it is possible to have one of the best and most effective systems for energy rehabilitation of buildings with characteristic aesthetic where works are allowed in the opaque parts of the envelope. By adapting the finishes to the original aesthetics of the building, the ability to maintain the character and style that was created opens.

When the facade can not be isolated from the outside in its opaque parts because a higher degree of protection, the inner insulation is also a possible and effective measure. However, we have noted that it is a system that requires specific conditions of the construction section of the building and hygrothermal conditions, so that an exhaustive study, as we have done it is necessary to thoroughly study so that it can ensure the absence condensation and a proper thermal behavior to the use of the building.

sus partes opacas debido a un grado mayor de protección, el aislamiento interior también es una medida posible y eficaz. Sin embargo, hemos apuntado que es un sistema que requiere que se estudien minuciosamente las condiciones concretas de la sección constructiva del edificio y los condicionantes higrotérmicos, de manera que es necesario un estudio exhaustivo, como el que hemos realizado para que se pueda asegurar la ausencia de condensaciones y un comportamiento térmico adecuado al uso del edificio.

NOTES / NOTAS

1. "(...)superficie útil superior a 1000 m2 donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos". CTE DB HE1 Abril 2009.
2. "Aproximadamente el 55% (13.759.266) de dicho parque edificado, que asciende a 25.208.622 viviendas, es anterior al año 1980 y casi el 21% (5.226.133) cuentan con más de 50 años. (...) A ello hay que unir la gran distancia que separa nuestro parque edificado de las exigencias europeas relativas a la eficiencia energética de los edificios y, a través de ellos, de las ciudades. Casi el 58% de nuestros edificios se construyó con anterioridad a la primera normativa que introdujo en España unos criterios mínimos de eficiencia energética: la norma básica de la edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios." Ley 8/2013, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. 2013.
3. "Se excluyen del ámbito de aplicación: a) los edificios históricos protegidos cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística". Documento Basico DB-HE, Sección 1, art.1, apto. 2º.
4. "Las medidas pasivas son aquellas que inciden reduciendo la demanda energética de los edificios existentes. Afectan a la envolvente térmica del edificio y a sus infiltraciones y renovaciones de aire." Guía de recomendaciones de eficiencia energética; certificación de edificios existentes CE3. IDAE 2012.

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. Álvaro López-Peña, Ignacio Pérez-Arriaga, Pedro Linares. "Renewables vs. Energy Efficiency: the Cost of Carbon Emissions Reduction in Spain". Instituto de Investigación Tecnológica & Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad, Universidad Pontificia Comillas, Madrid, Spain. 2011
2. Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián. Plan Especial Protección Patrimonio Urbanístico.
3. Boletín Oficial del Estado. Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. BOE Núm. 153. Jueves 27 de junio de 2013. Sec. I. Pág. 47964.
4. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. 2012. Guía de recomendaciones de eficiencia energética; certificación de edificios existentes CE3.
5. José Luis González Moreno-Navarro, Alicia Dotor Navarro, Jordi Morros Cardona, Joan Olona Casas, Belén Onecha Pérez. "El difícil equilibrio entre eficiencia energética y conservación de los valores patrimoniales en edificios históricos". Universitat Politècnica de Catalunya. Revista ph 84, octubre 2013.
6. López, M.; Yáñez, A.; Gomes de Costa, S.; Avellà, L., (Coord.). Actas del Congreso Internacional de Eficiencia Energética y Edificación Histórica / Proceedings of the International Conference on Energy Efficiency and Historic Buildings (Madrid, 29-30 Sep. 2014). Madrid: Fundación de Casas Históricas y Singulares y Fundación Ars Civilis, 2014. ISBN: 978-84-617-3440-5
7. Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Basico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la edificación. Real Decreto 314/2006. 2013.
8. Ordóñez Vicente, María. Obras de Ramón Cortázar. Tres teatros para San Sebastián (Buildings by Ramón Cortázar. Three theatres for San Sebastián). Eusko Ikaskuntza. 2001.
9. Uranga, E. J.; Etxepare, L. Parque edificado o patrimonio edificado: la protección frente a la intervención energética. El caso del barrio de Gros de San Sebastián. International Conference on Energy Efficiency and Historic Buildings. Madrid 2014.

OBJETIVO: REHABILITACIÓN HIDROLÓGICA URBANA

LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO **NECESITAN REDUCIR LA CANTIDAD DE AGUA DE LLUVIA A TRATAR**
LAS CIUDADES **NECESITAN NUEVAS CAPAS QUE FILTREN Y LAMINEN AGUA DE LLUVIA EN ORIGEN**



Escorrentía urbana es sinónimo de contaminación. En situaciones de lluvia, los pavimentos impermeables impiden la filtración/retención del agua y aumenta los niveles de escorrentía, disolviendo y arrastrando toda la contaminación urbana hacia el interior de los colectores lo cual provoca un drástico incremento del caudal y la carga contaminante en su interior. Este progresivo y repentino aumento de la carga hidráulica incrementa la frecuencia e intensidad de las sobrecargas y descargas de los sistemas de saneamiento a cauce natural, provocando un grave impacto medioambiental.

AZOTEAS ECOLÓGICAS

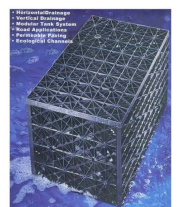
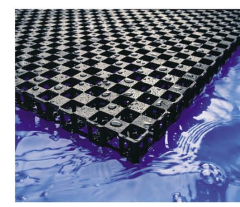
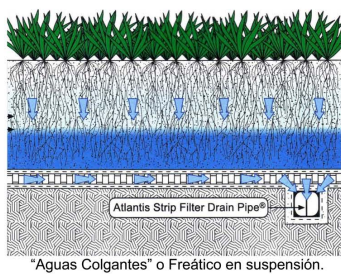
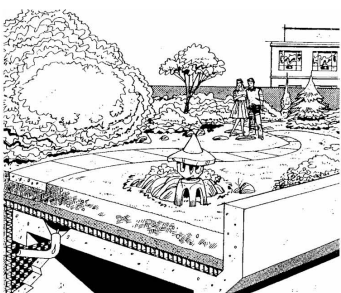
Los tejados y cubiertas ocupan más del 70% de la superficie de nuestras ciudades. Actualmente son superficies impermeables, estériles, contaminadas, ecoeficientemente negativas además de ser un espacio mal aprovechado.

Desde un punto de vista hidrológico, la misión de las azoteas ecológicas es la de filtrar y retener agua de lluvia, evacuando lentamente el exceso y permitiendo su aprovechamiento y/o evaporación.

Las azoteas ecológicas o filtrantes mejoran el aislamiento térmico del edificio y su entorno. Permiten el aumento de la cobertura vegetal y mejora la eficiencia del uso del suelo urbano aumentando sus usos y servicios y mitigan algunos de los impactos de los procesos de urbanización.



Las celdas de drenaje Atlantis ofrecen una forma sencilla, rápida y eficiente para construir azoteas ecológicas (filtrantes) con multitud de funciones y acabados. Su polivalencia y modularidad permite la construcción de azoteas vegetadas extensivas, intensivas, adoquinadas o a base de gravilla. Su gran resistencia a la compresión (80 – 150 ton/m²) permite el tránsito de personas y vehículos convirtiéndose además en una eficaz protección de la solera e impermeabilización.



Cartografías complementarias para una planificación sostenible de la ciudad

Complementary cartographies for a sustainable planning of cities

Blanca Espigares Rooney¹, Alberto Ruiz Colmenar²

RESUMEN

El mapa debe ser un detonante para la comprensión del territorio, no puede ser una copia literal del mismo. La cartografía contemporánea —en lo que respecta a planos y mapas—, está confeccionada por dispositivos de alta tecnología que realizan una recopilación exhaustiva de datos por niveles de información independientes entre sí. La obsesión por registrar de la forma más exacta posible la realidad a través de la tecnología ha terminado confundiendo la representación del territorio con su geometría. Estamos ante un catálogo de elementos sin análisis ni interpretación. Se ha relegado la razón del ser del mapa: la representación selectiva de un territorio a través de la exploración y sus acontecimientos. Paradójicamente, este control sobre la superficie de la tierra no ha conllevado una mejor planificación de las ciudades: nunca ha habido una época de tanta destrucción paisajística y tanto planeamiento urbano de espaldas a la identidad de los lugares.

Los mapas deben ser instrumentos de comunicación con los que interpretar el espacio, alejados de una cartografía generada a partir del mero registro. Es necesario realizar una crítica al modo de representación de las ciudades y apreciar lo que ha podido incidir en la planificación urbana. Cada ciudad histórica es diferente no sólo por sus características físicas y geográficas, sino por las razones de configuración reflejadas en la evolución de la manipulación del suelo y en lo que influye en la estructura urbana y en las tipologías arquitectónicas. La historia del suelo no se encuentra reflejada ni registrada en la representación de los mapas. No existen cartografías complementarias a las representaciones en planta estandarizadas en todas las ciudades que nos permitan indagar en las peculiaridades propias de cada asentamiento para mostrar la manipulación del terreno realizada y que es la base de los tipos arquitectónicos y de la estructura territorial de la ciudad —sus calles y construcciones. La normalización de la cartografía urbana contribuye a la ocultación de los valores y características inherentes a cada lugar, cuestiones que entendemos que deben ser el punto de partida de una planificación urbana responsable, propia, única y sostenible. .

(1) Universidad de Granada, (2) Universidad Rey Juan Carlos. E: b_espigares@ugr.es

Abuso de la planta. Lo que “es” frente a lo que “se ve”

La cartografía urbana ha abusado del uso de la representación en planta, centrada en mostrar la organización de la ciudad en detrimento de otras posibilidades que describan la relación entre arquitectura y topografía, esencial en la comprensión del paisaje histórico urbano. Es constatable la escasa representación en sección de las ciudades asentadas sobre colinas—en la mayoría de los casos se limitan a edificios o espacios públicos concretos, pero nunca a la estructura urbana en conjunto—, lo que impide estudiar las relaciones entre el suelo y la arquitectura. La representación parcial de la ciudad oculta aspectos de este binomio —suelo, arquitectura—, que contienen informaciones del origen y evolución urbana fundamentales para el estudio y planificación de su paisaje histórico urbano.

La representación suele tener la intención de reflejar el objeto tal como ‘es’, en lugar de tal como ‘se ve’. Se sacrifica la facilidad de interpretación por la exactitud geométrica. De este modo, los tres principales tipos de representación —proyección ortogonal, axonometría y perspectiva cónica— presentan deficiencias en esta relación entre exactitud y realismo cuando se acometen por separado. A mayor fidelidad de lo representado con la realidad, menor facilidad para interpretarlo de un modo intuitivo.

Una representación en planta, pese a estar considerada como la ideal para la cartografía urbana, no es capaz de reflejar la realidad de las ciudades históricas y menos aún de las que cuentan con topografía pronunciada. Sin embargo es utilizada de forma habitual y, lo que resulta más sorprendente, aislada, en planos de venta, mapas urbanos, documentos didácticos, entre otros. En cualquier caso, la posibilidad de entender correctamente el código de representación ortogonal pasa, inevitablemente, por la utilización de varias —si no todas— las posibles vistas.

La combinación de las proyecciones en planta, alzado y sección ha sido una preocupación constante principalmente desde el Renacimiento. De nuevo nos encontramos ante la dicotomía entre exactitud y expresividad. Al fin y al cabo, la necesidad de combinar tipos de representación es uno de los primeros asuntos que aparecen mencionados por Vitruvio, que se refiere a la *Iconografía*, la *Ortografía* y la *Scenografía* —entendidas como la planta, el alzado y un concepto algo menos identificable que podríamos traducir como la perspectiva⁽¹⁾. A pesar de esto, los levantamientos urbanos insisten en ofrecer una sola proyección —la planta aérea— obviando la influencia de la topografía en el planeamiento urbanístico. En el mejor de los casos se plantea una superposición de un cuarto tipo de representación ortogonal —las curvas de nivel— como referencia del terreno original y, solo en determinadas ocasiones, del terreno modificado.

En el caso que nos ocupa, el trabajo con proyecciones ortogonales se puede reducir a la combinación planta-sección, ya que todo alzado es, de forma implícita, una sección si consideramos el terreno donde el objeto se sitúa. Su uso responde, a fin de cuentas al objetivo principal que señalaba Monge en su tratado sobre Geometría Descriptiva: *“Proporcionar métodos para representar en una hoja de dibujo que sólo tiene dos dimensiones, a saber, longitud y anchura, todos los cuerpos de la naturaleza que tienen tres, longitud, anchura y profundidad, siempre que estos cuerpos puedan ser definidos rigurosamente.”*⁽²⁾

Las estructuras de las ciudades están íntimamente ligadas a las características del lugar, a los accidentes geográficos

Overuse of plan representation. What “is” versus what can “be seen”

Urban cartography has abuse from the use of plan representation, which has aimed at showing how the city is organized, in detriment of other possibilities that describe the relationship between architecture and topography, something that is crucial to understand the historic urban landscape. It is evident that there are a very few examples of profile representations of cities that sit on hills—in most cases, the section drawings just show buildings and specific public spaces, but never the entire urban structure. This is a hindrance when it comes to studying the relationship between architecture and its terrain, something crucial in order to understand a city’s historic landscape.

The representation usually has the intention of showing the object as it “is”, instead of how it can “be seen”. The easiness of interpretation is sacrificed for the sake of geometrical accuracy. In this way, the three main representation types —orthographic projection, axonometric projection and perspective conic projection— shows shortcomings when they are not combined in the relation between accuracy and realism. More precision representing the reality means more difficulties in the interpretation.

A plan representation, in spite of it is considered the ideal for urban cartography, is not able to reflect the reality of the historic cities and even less of those with noticeable topography. Nevertheless, it is frequently and surprisingly used as an isolated representation in commercial plans, urban maps, and educational documents, among others. In any case, the possibility to properly understand the code of the orthogonal projection involves the use of different types —if not, all of them.

The combination of plan, elevation and section projections has been a constant concern since The Renaissance. Once again, we can appreciate the dichotomy between accuracy and expressivity. In the end, the necessity of combining different representation types is one of the first issues mentioned by Vitruvius as *Iconography*, *Orthography* and *Scenography* —understand as plan and elevation projections, and a concept, difficult to identify but that can be contemplate as a perspective projection⁽¹⁾. Despite of this, urban mapping just offers one projection —the aerial plan one—, omitting the influence of topography in urban planning. Better yet it is included the superposition of a fourth type of orthogonal projection —contour lines— as a reference to the original terrain, and just occasionally, to the modified terrain.

In this concrete case, the work with orthogonal projections can be reduced to plan-section, because every elevation is implies a section, if we consider the terrain where the object is located. Its use responds to the aim marked by Monge in his treatise of *Descriptive Geometry*: *“To provide with methods in order to represents in a sheet of paper, which has only two dimensions, specifically length and width, all the objects in nature which have three dimensions, length, width and depth, as long as this objects can be firmly defined.”*⁽²⁾

The structures of the cities are intimately associated to the place singularities, to the geographical features and to its topography. The settlement strategies differs if they were sitting on hills, facing the sea, by a river or on a valley, and this gives rise to very different cities attached to the place. There are not two identical cities and there are not two identical settlements, nevertheless every city is cartographed the same way. We are used to avoid the repercussions of the topography of the place because, in

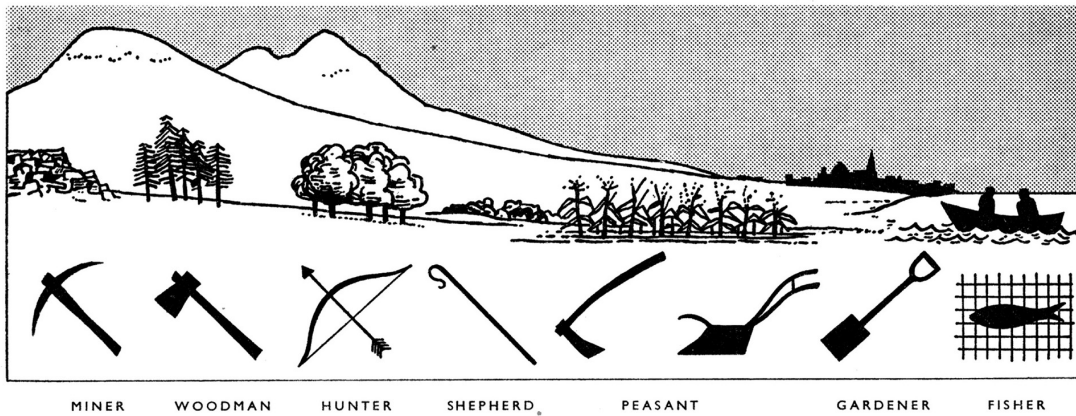


Fig. 1. Sección-valle. Patrick Geddes.

The valley-section. Patrick Geddes.

y a su topografía. Las estrategias de asentamiento difieren dependiendo de si son en colina, al borde del mar, junto a un río o en un valle, dando lugar a ciudades muy distintas inherentes al lugar. No hay dos urbes idénticas y no existen dos asentamientos iguales, sin embargo todas las ciudades se cartografiaban de la misma manera. Acostumbramos a obviar las repercusiones de la topografía concreta del lugar porque, en el fondo, se concibe el planeamiento urbanístico como un reparto de superficies directamente ligado a una consecuencia económica. La representación en sección obliga a un esfuerzo conceptual —aunque intuitivo— pero, en contraprestación, aporta información respecto a la verdadera configuración del terreno y sus transformaciones al construirse en el lugar, y por supuesto, respecto a la relación entre los distintos elementos que configuran la ciudad.

Fue Patrick Geddes quien rompió el sistema convencional de representación del territorio a través de la sección-valle (figura 1), sección ideal que comienza en las montañas y desde allí, a través de la llanura, acaba en un estuario de la costa. Se trata de un esquema con el fin de explicar la organización humana en cualquier punto del planeta. Es una sección genérica en la que podemos observar que a cada nivel topográfico corresponde una actividad diferente que configura a su vez un paisaje también distinto por niveles. Los arquitectos Alison y Peter Smithson, continuando con las teorías de Geddes, estudiaron las tipologías arquitectónicas utilizando la sección e inspirándose en la sección-valle (figura 2). De esta forma se podía apreciar como ciertas cualidades de un lugar están ocultas si no se trabajaba usando la sección.⁽³⁾

El dibujo de cartografías complementarias. El caso de Granada

La elaboración de una cartografía urbana propia e inherente al lugar —esto es, generada a partir de su realidad geográfica y de sus particularidades— se ha llevado a cabo en la ciudad de Granada, asentada sobre colinas, obteniendo una serie de mapas que han desvelado cuestiones del origen y evolución urbana ocultas en planta y sólo presentes en la sección.

Granada es una ciudad que se asienta, más o menos, desde la cota +642 hasta la +844 sobre el nivel del mar. Su cartografía a lo largo de la historia es abundante, aunque rara vez se encuentran representaciones que reflejen la topografía del relieve en el que se asienta, y menos que dibujen los accidentes del terreno y la relación con la arquitectura. La sección-valle de Patrick Geddes y la idea de sección de los Smithson, nos condujeron a investigar sobre el asentamiento de la ciudad de Granada a partir de la elaboración de una sección-valle hipotética (figura

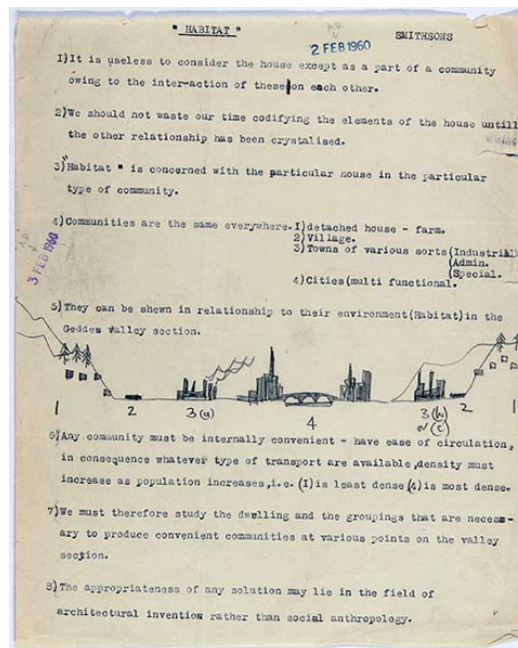


Fig. 2. Interpretación de la sección-valle. Alison y Peter Smithson.

Interpretation of the valley-section. Alison y Peter Smithson.

essence, urban planning is conceived as a distribution of areas directly linked to an economic result. The representation using the section forces to a conceptual —although intuitive— effort, but in return, it provides with information about the real configuration of the terrain and its transformations by constructing the place, and about the relation between elements that configures the city.

It was Patrick Geddes who broke away from this conventional system of representing the territory with the use of the valley section (figure 1). This is an ideal section that begins on a mountain and from there, crosses a plain, ends in a coastal estuary. This is a diagram that strives to explain human organization throughout the planet. It is a generic section in which we can observe that each topographical level corresponds with a different type of activity, which in turn shape a different landscape at each of those levels. The architects Alison and Peter Smithson, continuing with Gedde's theories, studied architectural typologies using the section drawing and taking inspiration from the valley section (figure 2). In this way it can be appreciated that certain characteristics of a place are hidden if we do not work using the section⁽³⁾.

The drawing of complementary cartographies. The case of Granada

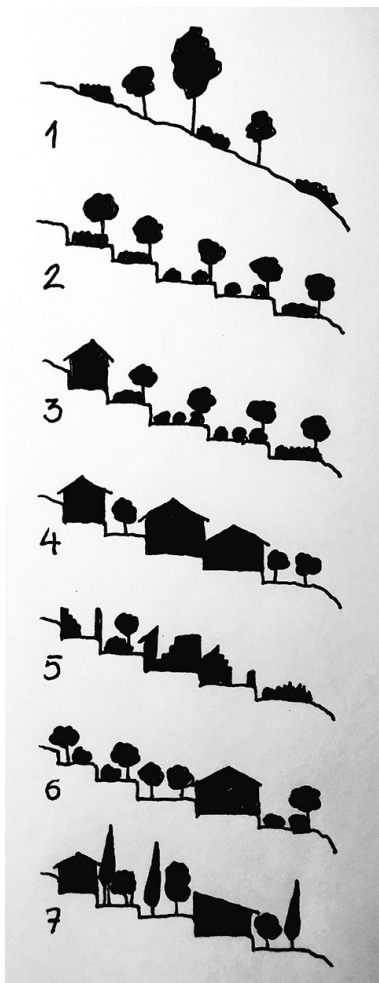
The elaboration of an urban cartography, inherent to the place —and generated from its geographical reality and its peculiarities— has been carried out in the city of Granada,

Fig. 3. Sección-valle hipotética de Granada. Elaborado por Blanca Espigares Rooney.

Hypothetical valley-section of Granada. Elaborated by Blanca Espigares Rooney.

Fig. 4. Sección-esquema hipotética que muestra la evolución histórica del suelo en una colina. Elaborado por Blanca Espigares Rooney.

Hypothetical section-diagram showing historical evolution of the hills. Elaborated by Blanca Espigares Rooney.



3). El perfil territorio-actividad-arquitectura permite relacionar estos tres conceptos de forma simultánea y reconocer la estructura física y territorial, así como su relación con la arquitectura, determinante en la configuración del paisaje. Encontramos que en las zonas más altas estarían las casas-cueva excavadas en el terreno, a media altura las casas-huerta asentadas en paratas, las casas-patio en la parte baja de la ciudad densa y compacta, y las almunias y alquerías en la vega agrícola. Observando esta sección-valle de la ciudad, podríamos decir que la topografía define un tipo de actividad y de ocupación diferente del territorio o lo que es lo mismo, el estudio de la sección-valle de la ciudad encierra lo que entendemos por su paisaje.

La segunda sección-esquema hipotética que dibujamos muestra la evolución histórica del suelo en una colina (figura 4), reflejando las transformaciones, al principio agrícolas (1-2), que posteriormente fueron reutilizadas por la arquitectura (3-4), la ruralización tras la conquista (5) y finalmente la repoblación de nuevo hasta el estado actual con jardín-huerto (6-7). La sección narra diferentes cuestiones de la ciudad no contempladas en los planos en planta, por lo que realizar la nueva cartografía de esta forma supone una aportación en el conocimiento de la ciudad.

Tanto la sección-esquema utilizada para explicar las distintas tipologías en relación con la topografía como la sucesión de secciones que muestran la evolución histórica de los suelos en colina de Granada

nos describen características de la ciudad que en planta pasarían desapercibidas. Es por ello que se planteó para el estudio de Granada el uso de la sección como herramienta complementaria a las habituales representaciones en planta.

Ha sido la propia forma geográfica del territorio, que sirve de base a la ciudad, la que ha condicionado la estrategia tomada en la elección sobre el número y dirección de las secciones a realizar. Tras dibujar y analizar la estructura geográfica del territorio se puede concluir que Granada está asentada sobre cuatro colinas principales: Albaicín, Sabika, Mauror y Santo Sepulcro (figura 5); y una secundaria, la de Alixares. De este modo, la decisión de partida ha sido seccionar estas cinco colinas por las crestas. La metodología utilizada para seccionar la ciudad partió del Modelo Digital del Terreno de 10m (MDT-10), que con el software adecuado de gestión de datos GIS calculó dichas líneas. Una de los

sit on hills, and obtaining a series of maps which have revealed issues about the city origin and urban evolution that were hidden in a plan representation and were shown in the section.

Granada is a city settled from +642 to +844 metres from sea level. Its cartography through the history is abundant, although it is rare to find representations that reflects the topography of the city relief, and even more unusual that shows the features of the relief and the relation with the architecture. The valley-section of Patrick Geddes and the idea of section by the Smithsons led us to investigate Granada's settlement pattern, based on the production of a hypothetical valley section (figure 3). The territory-activity-architecture profile allows to establish a simultaneous relationship between these three concepts and to recognize physical and territorial structures as well as their relationship with architecture, something that is key in the configuration of the landscape. We see that on higher levels the cave-houses are situated, carved into the ground; at mid-level the orchard-houses appear set upon terraces; that the patio-houses rise on the lower levels where the city is dense and compact, and that almunias and alquerías (agricultural ensembles) are located on the fertile plain.

The second hypothetical section-diagram shows how ground use has evolved historically on the hills (figure 4), reflecting its transformations, beginning with agricultural activities (1-2) that later evolved into architectural settlements (3-4), that in turn were abandoned entailing a process of "ruralization" after the conquest of Granada (5) and finally how they were once again repopulated and the garden-orchard came to be (6-7). Sections tell different stories about the city that are not contemplated on plan-based maps, which shows that to produce a new cartography in this manner contribute to the knowledge about the city.

Fig. 5. Esquema de las colinas de Granada. Elaborado por Blanca Espigares Rooney.

The hills of Granada. Elaborated by Blanca Espigares Rooney.





resultados inesperados que nos encontramos fue que las líneas de las cinco colinas convergen en un mismo punto (figura 6). Al insertar la estructura urbana de Granada en el Modelo Digital del Terreno, se pudo observar que las líneas convergen en la Catedral, en concreto, en el lateral en el que según recientes investigaciones, se ubicaría la Mezquita Aljama, y específicamente, su alminar⁽⁴⁾. La coincidencia no debe ser casual y responde probablemente a un criterio de visión paisajístico de los espacios urbanos y de los edificios de mayor importancia orientados hacia un punto singular del territorio, la mezquita mayor de la ciudad. Los hitos de cada una de las colinas en las que se asienta Granada aparecen alineados con ese centro simbólico: en la colina del Albaicín, Dar al-Orra; en la Sabika, la Alhambra; en el Mauror, Torres Bermejas; en la colina del Genil, el Palacio de Alixares -el cementerio actual; y en la colina de la avenida Cervantes, lo que fue el Santo Sepulcro. Entendemos que por sí sólo este hallazgo no prueba nada, pero puede ser la base para futuras investigaciones sobre la Mezquita Mayor y el urbanismo en época hispano-musulmana.

Tras dibujar cada una de las secciones era natural que elaboráramos también una sección circular, a modo de *panorama*⁽⁵⁾—representaciones de ciudades en 360°—, con centro en ese punto de convergencia y así relacionar varias colinas entre sí con el valle (figura 7). De esta forma se ha realizado una sección que corta por el Mirador de Lindaraja. Existen muchos puntos interesantes por los que seccionar, pero se ha decidido hacerlo por este mirador, porque el círculo generado desde el punto de convergencia de las líneas de las secciones atraviesa tres colinas además de zonas del valle, todas ellas de singular importancia en el crecimiento de Granada.

Para llevar a cabo las secciones trazadas por cada una de las colinas se ha utilizado la información recabada a partir



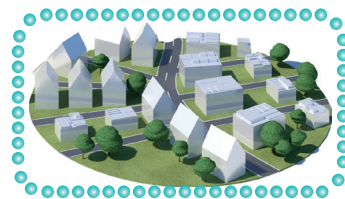
Fig. 6. Secciones tras corte del MDT. Elaborado por Blanca Espigares Rooney.

Sections after the MDT .
Elaborated by Blanca Espigares Rooney.

Considering the section-diagram used to explain typologies as well as the series of sections in order to show the historic evolution of the hilly terrain in Granada, it is noticeable that they describe features of the city that could not be seen using a plan representation. To study the city we considered the use of the section as a complementary tool to the usual plan representations.

The territory's own geography, which has served as the city's supporting structure, has been the determining factor in setting the strategy to choose the number and direction of the sections carried out. After drawing and analyzing the territory's geographic structure, we can conclude that Granada sits on four main hills: Albaicín, Sabika, Mauror and Santo Sepulcro (figure 5); and a secondary hill, Alixares. Hence, the first decision was to choose these five hills and follow the direction of their maximum gradient lines. The methodology used to cut through the city and create these sections departed from a Digital Model of the Terrain modeled at 10 meters intervals (MDT-10). With the adequate SIG software, these gradient lines were calculated and traced. One of the unexpected results of this process was to find that the maximum gradient lines of all five hills converge on the same point (figure 6). Once inserted the urban structure in the Digital Model of the Terrain, we could appreciate that the lines converge in the Cathedral, in particular, to the side where recent investigations locate the main mosque, and specifically, its minaret⁽⁴⁾. The coincidence cannot be fortuitous and it should respond to a criterion of landscaping vision for urban spaces and for the most important buildings, oriented to a particular point of the territory, the main mosque of Granada. The landmarks of every hill where Granada lays, appear aligned with this symbolic center: in the Albaicín hill, Dar al-Orra; in the Sabika one, the Alhambra; in the Mauror, Bermejas

De la SMART HOME



VIVIENDA DIGITAL

Utiliza avanzadas soluciones tecnológicas para mejorar el bienestar del usuario, garantizar el ahorro energético y aumentar su seguridad.

Auna todo en un mismo sistema:

- Terminal de Visualización.
- Información y Control de Estado.
- Comunicación Bidireccional.
- Flexibilidad para ampliar o modificar la red cuando se desee.
- Conocimiento y control del estado de todas las funciones del hogar cuando estemos fuera.
- Generación de ratios de consumo, coste o utilización.

EDIFICIO INTELIGENTE

Formado por un grupo de viviendas destinado al alojamiento permanente de familias o individuos en cualquiera de sus modalidades, que proporciona a los usuarios del mismo:

- Control y confort ambiental y energético.
- Accesibilidad a servicios tecnológicos del entorno interno o externo al edificio.
- Comunicación en dos direcciones con los agentes públicos o privados de su entorno.

Esto supone para el edificio:

- Valor añadido a la propiedad.
- Instalaciones preparadas para el futuro.
- Control, gestión y mantenimiento de las instalaciones técnicas.
- Detección automática de cualquier avería ocurrida.
- Cumplimiento de normativa energética.

COMUNIDAD DIGITAL

Se denomina al conjunto de edificios inteligentes relacionados entre ellos a través de las TIC's y a su vez relacionados con los servicios públicos, para lograr una mayor eficiencia.

Cualquier edificio puede ser inteligente, ya sea un edificio de nueva construcción o un edificio ya construido.

El momento de cualquier proceso de rehabilitación es el adecuado para introducir aquellas mejoras que permitan transformar cualquier edificación en inteligente o dejar una instalación preparada para transformarla en un futuro próximo.

"STECHome, el Itinerario para el Desarrollo de las Ciudades Inteligentes. Es la Parte Tangible de las Smart Cities"

Alcanzar los máximos niveles de inteligencia dentro de un edificio y con ello conseguir que sus ciudadanos sean lo más activos y eficientes posible en términos de sostenibilidad integral, es un proceso complejo, largo y que requiere importantes esfuerzos económicos, sociales, culturales y tecnológicos.

Soluciones para la Vivienda



Es fundamental para introducir la cultura del edificio inteligente, trazar diversos itinerarios que permitan desarrollar modelos flexibles que desde los niveles más básicos de implantación técnica, hasta el nivel más desarrollado actualmente, se adapten a las propias necesidades de sus usuarios y de su entorno más cercano.

Los itinerarios tienen actualmente dos puntos de partida, los edificios de nueva construcción y los edificios en fase de rehabilitación y comparten un escalado de implantaciones técnicas, de prestación de servicios, de concienciación ciudadana y adaptación en criterios sostenibilidad, en función al su nivel o tipología de instalaciones comunitarias o individuales.

Soluciones para el Edificio



Procesos que implican a muchos actores, mucha tecnología, mucho desarrollo y que de manera paulatina deben permitir que la vida que se realiza en los edificios y en el entorno urbano sea más eficiente y eficaz para conseguir un entorno más confortable y habitable.

E a la SMART CITY

GrupoSimec Energía, pone al servicio del ciudadano herramientas, soluciones y servicios que le ayudan a percibir toda la tecnología y los desarrollos que gravitan entorno a las ciudades inteligentes. Un modelo integral y exclusivo que aglutina conocimiento, experiencia, información y diversas tecnologías para convertir al usuario y a los edificios en los motores del desarrollo de las llamadas Smart Cities.



Este compendio de servicios, desarrollos, tecnologías e información se denomina **STeCHome** y tiene como pilar fundamental los edificios y sus usuarios, ya sean de uso residencial o terciarios.

**"Una RED de Comunicación Llena de Soluciones de Gestión.
Del Usuario hacia el Entorno"**

STeCHome está orientado para la gestión de viviendas de alquiler, VPO o similar... diseñada para dar servicio a las principales entidades públicas y privadas de vivienda, así como a promotores públicos y privados o entidades gestoras de energía. Permite la **integración de la gestión económica y energética**, controlando la posible **morosidad** y asegurando un precio justo por la energía consumida.

Además, también permite:

1 Ahorro Cuantificable:

Los usuarios podrán comprobar como reduciendo los consumos en variaciones de 1%, podrán alcanzar ahorros de hasta el **10%**.

2 Conciencia energética a tiempo real:

El método de prepago predispone al usuario al compromiso de consumo sobre el crédito establecido. Realizando consumos más racionales de la energía.

3 Datos On line:

La conexión personalizada de cada terminal permite al usuario analizar las estadísticas de consumo de cada vivienda.

4 Planificación doméstica:

El sistema permite planificar un presupuesto doméstico para cada consumo energético.

¿Qué Beneficios Aporta?

1 Planificación Doméstica

El sistema permite planificar un presupuesto doméstico para cada consumo energético.

2 Ahorro Cuantificable

Los usuarios pueden comprobar cómo adaptando su consumo pueden alcanzar ahorros de hasta el **10%**.

3 Conciencia Energética en Tiempo Real

Todos los usuarios pueden conocer en tiempo real su consumo y coste.

4 Independencia dentro de un sistema comunitario.

5 Conexión con las Smart Cities.

6 Acceso a otros servicios.

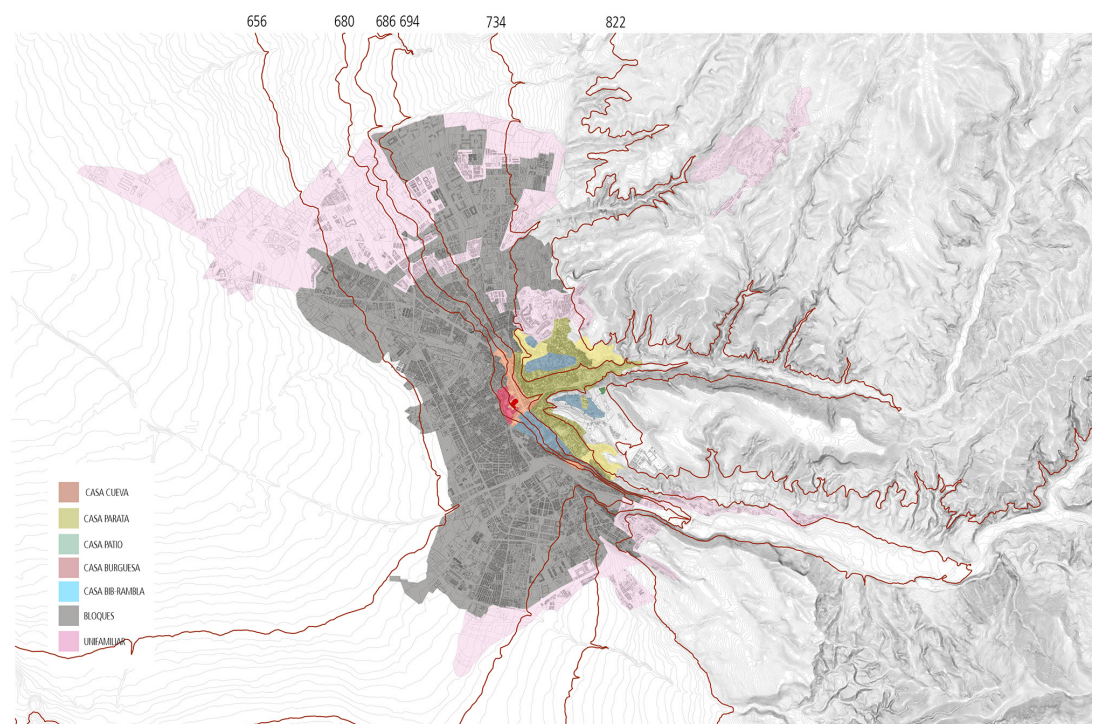
Fig. 7. Las cinco secciones principales de Granada y la sección circular-panorama. Elaborado por Blanca Espigares Rooney.

The five sections of Granada and the circular section-panorama. Elaborated by Blanca Espigares Rooney.



Fig. 8. Esquema de niveles topográficos en la ciudad de Granada. Elaborado por Blanca Espigares Rooney.

Topographic levels in Granada. Elaborated by Blanca Espigares Rooney.



de tres herramientas fundamentales y complementarias:

- Información de los distintos edificios y elementos urbanos incluidos en el plano catastral de la ciudad de Granada.
- Labor de campo. Toma de datos in situ, recorriendo cada una de las secciones, comprobando y dibujando las alturas de edificios y elementos urbanos, con croquis y apuntes de detalle.
- El empleo de nuevas tecnologías como Google Earth y más específicamente Street View, que nos permite pasear por la ciudad virtualmente.

La combinación de estas tres formas de registro urbano para cada una de las secciones ha permitido dibujar el caserío existente con la mayor precisión posible. Aunque la envergadura del trabajo haga inevitable la aparición de errores puntuales, creemos que la incorporación de una componente subjetiva —ojo humano— dota de contexto a la información científica aportada por el MDT. De nuevo nos encontramos ante la dicotomía del “como se ve” frente al “cómo es”.

El resultado en total son seis cartografías diferentes: cinco lineales que recorren las colinas sobre las que se asienta Granada y una circular. Esta investigación es un estudio eminentemente gráfico. Se trabaja con la sección de una

Towers; in the hill of the river Genil, Alixares Palace – current cemetery; and in the hill of Cervantes Avenue, where the Holy Sepulchre was located. We understand that this discovery does not prove anything for itself, but it could be the basis for future researches about the main mosque and the Hispanic-muslim urbanism.

After drawing each of the sections—a total of five, one per hill—, it seemed natural to also produce a circular section, like a *panorama*⁽⁵⁾—representation of cities in 360°—, centered on that convergence point, thus establishing the relationship between the hills themselves and of the hills with the valley (figure 7). This section cuts through the Mirador de Lindaraja, in the Alhambra. There are many interesting points through which to section the city, but the decision to do so through this lookout is due to the fact that the circle centered at the mentioned convergence point and with that radius also passes through three of the main hills as well as areas in the valley that played a unique role in Granada's growth.

In order to carry out all the sections traced in each hill, we have used the information collected by three essential and complementary tools:

- Information of the different buildings and urban elements included in the plans of the Cadastral Office of Granada.

ciudad y su relación con el territorio a fin de completar una carencia informativa y documental. Parece obvio señalar que este mismo método es aplicable al estudio de cualquier otro territorio o ciudad. No estamos ante mapas estandarizados, sino ante una cartografía personalizada que variará dependiendo de la ciudad sobre la que se trabaje. No son códigos directamente exportables ni representaciones mecanizadas.

Del dibujo de las secciones-valle se comprueba que las formas domésticas de habitar la ciudad —las tipologías arquitectónicas—, están asociadas a la topografía, y que existe una relación entre los espacios públicos y los niveles topográficos que permiten entender la ciudad como una red de conexiones visuales. Podemos decir que las transformaciones del suelo contienen implícitas el germen de lo que denominamos Paisaje Histórico Urbano de la ciudad. Se puede comprobar que, en general, el esquema de sección-valle (figura 3), propuesto como hipótesis de partida para una ciudad con topografía como Granada responde al esquema de niveles topográficos asociados a formas de vida y a tipologías arquitectónicas concretas (figura 8).

Pensamos que si el planeamiento de la ciudad se hubiera estudiado a partir de la sección-valle y no exclusivamente en planta, su transformación habría tenido en cuenta estas relaciones y las transiciones entre las colinas y el valle, evitando la destrucción de los fondos de paisaje que se perciben desde la Vega. El crecimiento y la planificación de la ciudad en el siglo XX se han realizado de espaldas a la condición orográfica del territorio, ocultando el asentamiento histórico de la ciudad en colinas. Investigar la ciudad de Granada desde la sección, aporta una serie de informaciones que hasta ahora han estado ocultas bajo el abuso de la representación en planta. Otros especialistas de la ciudad, a partir de las secciones-valle realizadas en este estudio, podrán analizar aspectos hasta ahora no abordados por falta de información cartográfica. Los mapas realizados pueden ser la base sobre la que superponer las investigaciones de otras disciplinas que completen la documentación de este trabajo con datos arqueológicos, geológicos, antropológicos o históricos, entre otros.

Dibujar casi treinta y cinco kilómetros en sección presenta dificultades notables que seguro albergan errores que asumimos como inevitables si se quiere hacer una cartografía complementaria de este tipo. Su valor, a diferencia de las cartografías actuales, no reside en su precisión y exactitud, sino en la interpretación de la ciudad acorde a la escala ciudad-territorio. Una planificación urbana responsable y sostenible debe partir de un estudio de la ciudad completo y no parcial y para ello debe comenzar por analizar las formas de representación que mejor corresponden a su realidad urbana y geográfica. La planificación urbana no puede acometerse sin un conocimiento exhaustivo de estas características y sin insertar la ciudad en su contexto físico para de esta forma responder a su evolución histórica de manera natural y no forzada.

- Field work. In situ data gathering, going through each one of the sections, checking and drawing the buildings and urban elements heights, elaborating detailed sketches.
- The use of new technologies like Google Earth and specifically, Street View, which allows us to virtually stroll around the city.

The combination of these three ways of urban search applied to every section has allowed for drawing the existing buildings and houses with the maximum possible precision. Although the magnitude of the work makes inevitable the appearance of errors, we believe that the incorporation of a subjective component —human eye— gives context to the scientific information provided by MDT. Once again, we find the dichotomy between what can “be seen” versus what “is”.

The result is a series of six different cartographies: five linear sections traced by each hill of Granada, and a circled one. This research is mainly graphical study, through sections, of the city and its relationship with its territory with the goal of completing the existing shortage of information and documents. It looks obvious to point out that this method can be applied to the study of any other territory or city. We are not before standardized maps, but before a customized cartography, which will be different depending on the city to study. They are not codes to directly export nor mechanized representations.

From the drawing of the valley sections we can also verify that the domestic forms that inhabit the city —architectonic typologies—, are linked to the topography. There is a relation between public spaces and topographic levels that permits to understand the city as a visual connection network. It can be stated that the land transformations inherent include the germ of what it is called Historic Urban Landscape of the city. And also, it is stated that in general, the scheme of the valley section proposed as a starting point for a city with topography like Granada (figure 3), responds to the one made by the architects, Peter and Allison Smithson regarding life forms, uses and activities, described in the Doorn Manifesto. Meaning that there are topographic levels linked to life forms and to certain architectonic typologies, what produces a stratification of different habitats from the topography as it can be seen in the next drawing (figure 8)

We think that if the planning of the city would had been studied from the valley section and not only and exclusively from plan drawings, the transformation of the city would have considered these relations and the transitions between the hills and the valley, avoiding the destruction of the landscape background that can be seen from the Vega. The growth and planning of the city during the 20th century has been made turning the back on the orographic condition, hiding the historic city settlement on the hills, having researched the city of Granada from the section contributes to a series of information hidden until now due to the abuse of the plan representations. Other experts of the city, from the valley sections made for this study, will be able to analyze non-present aspects until now due to the lack of cartographic information. The elaborated maps will be able to be the basis on which to superpose other fields of knowledge in order to complete the documentation of this work with archaeological, geological, anthropological or historic data, among others.

To produce almost 35 kilometers of worth of city, in section, presents notable difficulties, which probably include some errors, which we accept as inevitable when the goal is to create a complementary cartographic base of this kind. Unlike what is expect of current cartographies, its

value does not reside in its precision or exactitude, but in its interpretation of the city in accordance to an urban-territorial scale. A responsible and sustainable urban planning must begin with a complete, and not partial, study of the city. In order to achieve this aim, the starting point must be the analysis of the representation systems that could better belong to its urban and geographical reality. The urban planning cannot be undertaken without an exhaustive knowledge of these features nor without the insertion of the city in its natural context, in order to respond to its historic evolution in a natural and not forced way.

REFERENCES / REFERENCIAS

1. Vitrubio Polión, Blánquez Fraile, *The ten books on Architecture*, 2007, p. 11–12.
2. Monge, Gaspar *Geometrie descriptive; leçons données au xècoles normales*, quoted in Pozo, José Manuel, *Geometría de la Arquitectura*.
3. A.M. Smithson, *Team 10 Primer*, 1968, p.75
4. Fernández Puertas, "La mezquita aljama de Granada," 39–66.
5. B. Comment *The panorama*. London, 2002, p. 97

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. Arévalo F (2003) *La representación de la ciudad en el Renacimiento : levantamiento urbano y territorial*. Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos.
2. Comment B (2002). *The panorama*. London: Reaktion.
3. Durand J NL (1981) *Compendio de lecciones de arquitectura: parte gráfica de los cursos de arquitectura*. Madrid: Pronaos.
4. Palladio A (2008) *Los cuatro libros de la arquitectura*. Madrid: Ediciones AKAL.
5. Pozo, José Manuel (2002). *Geometría para la Arquitectura: Concepto y práctica*. Pamplona: T6 Ediciones.
6. Ruiz de la Rosa J A (1987) *Traza y simetría de la arquitectura en la antigüedad y medievo*. Sevilla: Universidad de Sevilla, Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción.
7. Sainz, Jorge (2005). *EL dibujo de arquitectura: teoría e historia de un lenguaje gráfico*. Barcelona; Reverté
8. Smithson A M (1968) *Team 10 Primer*. Studio Vista.
9. Vitruvio M L (2010) *Los Diez Libros de Arquitectura*. Linkgua digital.

Alumbrado público y la sostenibilidad urbana

Public lighting and urban sustainability

José Gonçalves¹, Jorge Mendes Santos², José Cardoso¹

ABSTRACT

Energy efficiency is a major question in the future of cities. Public lighting systems are a large consumer of energy and are one of the best candidates to implement Energy Efficiency programs. To make that step we need to know the characteristics and location of the Public Lighting assets. EDPD launch a large campaign to collect the Public Lighting asset characteristics and its geographical location in Portugal territory. At the end we have characterize 70 thousand electrical circuits and 3 million light points. This knowledge allow us to maximize our field operations and support urban requalification initiatives lead by Municipalities. The collected public lighting information is essential to allow future studies and research on efficiency energy initiatives.

Key words: Public Lighting, Cities, Energy efficiency, Sustainability, Asset Data.

Introducción

Cada año, 65 millones de personas se unen a la población urbana del mundo, que es equivalente a añadir 5 ciudades más del tamaño de Londres. En el último informe de la ONU sobre la urbanización mundial es evidente la fuerza de la migración, desde 1990 hasta el año pasado, las ciudades con más de 10 millones de habitantes (Megalopolis) elevan del 10 al 28, la mayoría de ellos en Asia. Hoy en día, la mayoría de la población mundial (54%) vive en zonas urbanas. Es estiman que para el año 2050 más de 2,5 mil millones de personas haga crecer al 66% de la población urbana. En Europa, esta cifra ya supera el 70%. Portugal está por debajo de la media europea, sólo se convirtió en un país verdaderamente urbano en las últimas décadas. En 1993 superó el umbral del 50% de la población que vive en medio urbano, en la actualidad alrededor del 63% de la población viviendo en condición urbana. Por otro lado, este constante aumento de la urbanidad ha llevado al redescubrimiento y la apreciación de los espacios públicos de las ciudades reinventando sus características. Sin embargo, dar la bienvenida a todas estas iniciativas que la ciudad tiene que tener resiliencia, tener resiliencia en la capacidad de responder a esta presión de la creciente demanda de sus espacios y funciones. Aquí alumbrado público tiene un papel clave, permitiendo las ciudades valorizar sus espacios y patrimonio arquitectónico que ofrece a los ciudadanos y turistas. Al mismo tiempo, es una zona con un enorme margen de la evolución, que permiten ciudades sean más sostenibles desde el punto de vista del medio ambiente y energía.

Si se estima que existió en Europa cerca de 90 millones de puntos de luz, 75% tiene más de 25 años de edad, es una de las áreas en las que el margen de evolución en la eficiencia energética tiene una mayor posibilidad de éxito. El conocimiento de los activos e los sistemas de alumbrado público son la base de estudios de sostenibilidad y eficiencia energética. En esta área, tenemos la intención de presentar el proyecto implementado en Portugal por DSO - EDP Distribuição (EDPD). EDP es una empresa de servicios públicos integrada verticalmente, es el mayor generador, distribuidor y proveedor de electricidad en Portugal y tiene operaciones importantes en electricidad y gas en España. EDP es la tercera más grande empresa de generación eléctrica y uno de los mayores distribuidores de gas en la Península Ibérica. EDPD es parte del Grupo EDP y es el Operador del Sistema de Distribución en Portugal. Además de la red de alta y media tensión, administra la concesión de la red de baja tensión (BT) de los municipios, que incluye la gestión de la red de alumbrado público. Es responsable del mantenimiento, operación, inversión y actúa como el consejero de propietario de la red (Municipios).

Eficiencia energética

ltimamente nos hemos enfrentado, ligeramente en toda Europa, con los recortes y reducciones en el alumbrado público por parte de las autoridades de gestión de las carreteras y la infraestructura urbana, como las autoridades gubernamentales, municipales, servicios públicos, etc., sobre la base de la sostenibilidad e en el nombre de la eficiencia energética, costos ambientales, como el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (CO2) y el resultante cambio climático. Este hecho tampoco es ajena al momento socio-económica actual en Europa en el caso de Portugal es incluso dimensiones más preocupantes.

Qué pocos años atrás, era una inversión en la seguridad y calidad de vida, donde más luz era mejor luz, aprobada

Introduction

Every year 65 million people join the world's urban population, which is equivalent to adding 5 more cities the size of London. In the latest UN report on global urbanization is evident the strength of migration, from 1990 until last year, cities with more than 10 million habitants (Megalopolis) raise from 10 to 28, most of them in Asia. Today, the majority of the world population (54%) live in urban areas. It is estimate that by 2050 more than 2.5 billion people do grow to 66% urban population. In Europe, this figure already exceeds 70%. Portugal is below the European average, only became a truly urban country in recent decades. In 1993 exceeded the threshold of 50% of the population living in urban environment, nowadays about 63% of population live in urban condition. On the other hand, this constant increase of urbanity has led to the rediscovery and appreciation of public spaces of cities reinventing its features. However, to welcome all these initiatives the city has to be resilient, be resilient in the ability to respond to this pressure from the increased demand for their spaces and functions. Here street lighting plays a key role, enabling cities to valorize their spaces and architectural heritage offering it to citizens and tourists. At the same time, it is an area with large margin of evolution enabling cities to become, from an environmental and energy point of view, more sustainable.

It estimated that existed in Europe about 90 million points of light, 75% has more than 25 years old, is one of the areas where the margin of improvement in energy efficiency has greater prospect of success. The knowledge assets of public lighting systems are the basis of sustainability and energy efficiency studies. In this area, we intend to present the project implemented in Portugal by DSO - EDP Distribuição (EDPD). EDP is a vertically integrated utility company, is the largest generator, distributor and supplier of electricity in Portugal and has significant operations in electricity and gas in Spain. EDP is the third largest electricity generation company and one of the largest distributors of gas in the Iberian Peninsula. EDPD is part of EDP Group and is the Portuguese Distribution System Operator. In addition to High and Medium Voltage grid, it manages the concession of the Low Voltage (LV) grid from municipalities, which includes the management of the Public Lighting Grid. It is responsible for maintenance, operation, investment and acts as the Grid Owner adviser.

Energy efficiency

Lately we have been face, slightly throughout Europe, with cuts and reductions in public lighting by the managing authorities of roads and urban infrastructure, such as government authorities, municipal, utilities, etc., based on sustainability in the name of energy efficiency, environmental issues, such as the increase in emissions of greenhouse gases (CO2) and the resulting climate change. This fact is also not disconnected with the current socio-economic moment in Europe in the case of Portugal is even more worrying dimensions.

What a few years ago, was an investment in the safety and quality of life, where more light was best light, passed initially by a debate around improving energy efficiency to a cost reduced by cutting the consumption, often no decision bases or criteria and undermining the guided principles of the systems deployment.

It is a fact that in the current national and international socio-economic context, decision-making and actions

inicialmente por un debate en torno a la mejora de la eficiencia energética a un coste reducido recortando el consumo, a menudo no hay bases o criterios de decisión y socavando los principios guiados a la implementación de sistemas.

Es un hecho que en el actual contexto socioeconómico, la toma de decisiones y las acciones para reducir el consumo energético nacional e internacional es una necesidad y un deber de la ciudadanía de todos, Gobierno, empresa y sociedad.

Sin embargo, esta toma de decisiones y acciones deben centrarse en reducir el consumo de forma sostenible donde debe estar la eficiencia energética implícita en el alumbrado público.

La eficiencia energética en el alumbrado público no se limita a la austeridad, restricción o cortes, pero para hacer lo mejor con menos, a fin de tener un sistema sostenible.

Es imprescindible conocer y planificar dónde reducir, qué y cómo reducir.

Las preocupaciones de la UE sobre una economía eficiente en recursos están presentes en la estrategia de 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Esto incluye tres objetivos complementarios de la energía y el clima en 2020: para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% con respecto a 1990, para generar el 20% de la energía primaria a partir de fuentes renovables y para lograr 20% de ahorro de energía primaria en relación con las proyecciones de 2007 para 2020.

El alumbrado público es una de las mejores áreas para lograr la estrategia de 2020, especialmente en relación con la eficiencia energética (EE). Hay varias tecnologías emergentes que pueden ser la respuesta al ahorro de energía, alcanzando valores de 50 a 70%, y representan hasta 3 millones de euros en costes de ahorro de energía en Europa por año, según datos de la UE, lo que permite reducir 30 a 40 TNwh (TeraNegawatt)⁽¹⁾. Además, hay cerca de 90 millones de puntos de iluminación pública en Europa y alrededor del 75% han al menos 25 años de edad, lo que significa que su valor económico es casi nula y su sustitución sin pérdida financiera está cerca. Otra de las preocupaciones de la UE es de aproximadamente medio ambiente y la iluminación pública es nuevo en este camino con las lámparas de mercurio. Hay varias decisiones para la eliminación gradual de las tecnologías nocivas para el medio ambiente y es una oportunidad para sustituirla por una tecnología emergente y eficiente.

Eficiencia de energía es ventajoso en varias maneras. Los clientes pueden beneficiarse porque tendrán reducir las facturas de energía. Los operadores de red eléctrica pueden beneficiar, porque un menor consumo conducirá a evitar algunas inversiones en el refuerzo de la infraestructura. El medio ambiente también se beneficiará con la reducción de las emisiones de carbono.

Asset data project

Desde la aparición de la red, la atención se centró en la construcción y mantenimiento da misma, delegando en el segundo plano de la adquisición y gestión de datos. Esto ha sido un problema para estudios de eficiencia y acciones de reducción de consumo. También otras actividades de operador de red como la planificación, operación, mantenimiento y pedían datos activo también. Para mitigar todas estas necesidades, EDPD hizo una campaña de 20 meses, con la participación de unos 100 técnicos

to reduce energy consumption is a need and a duty of citizenship of all, Government, Business and Society.

However, this decision-making and actions should focus on reducing consumption in a sustainable way where it should be implicit energy efficiency in street lighting.

Energy efficiency in street lighting is not limited to austerity, restraint or cuts, but to do better with less in order to have a sustainable system.

It is essential to know and plan where to reduce, what and how to reduce.

The EU concerns about a resource-efficient economy are present on the 2020 strategy for smart, sustainable and inclusive growth. This includes three complementary energy and climate headline targets by 2020: to lower greenhouse gas emissions by 20% relative to 1990, to generate 20% of primary energy from renewable sources and to achieve 20% primary energy savings relative to the 2007 projections for 2020.

Public Lighting is one of the better areas to achieve the 2020 strategy, especially regarding Energy Efficiency (EE). There are several emerging technologies that can be the answer to energy saving, reaching values from 50 to 70%, and represent up to 3 billion Euros in energy saving costs in Europe by year, according to EU data, accomplishment from 30 to 40 TNwh (TeraNegawatt)⁽¹⁾ Additionally, there are about 90 million spots of Public lighting in Europe and about 75% have at least 25 years old, what means that its financial value is almost null and its replacement without financial loss is close. Another EU concern is about environment and again Public Lighting is on this way with the mercury lamps. There are several decisions to phase-out environmentally harmful technologies and it is an opportunity to replace it by an emerging and efficient technology.

Energy Efficiency is advantageous in several ways. Customers can profit because they will have lower energy bills. Electric Grid Operators can benefit, because lower consumption will lead to avoid some investments on infrastructure reinforcement. The environment will also benefit with carbon emissions reduce.

Asset data project

Since the grid appearance, the focus was on grid construction and maintenance, delegating for second plane the data acquisition and management. This has been a problem for efficiency studies and consumption lowering actions. Also planning, operation, maintenance and other grid operator activities were asking for asset data as well. To mitigate all of these needs, EDPD made a 20 months campaign, involving about 100 maintenance technicians equipped with Android smartphones running a proprietary application to collect the public lighting asset characteristics and its geographical location. This application was conceived by EDP to be extremely time efficient and user friendly, allowing users to acquire the entire public lighting asset information in 3 to 30 seconds reaching a maximum productivity of 1000 public lighting points per day and per user. This was possible through the simplification of the public lighting Data Model and an optimization of the application interaction, and a very detailed plan with a rigorous management follow-up.

By the end of the campaign, EDP collected 3 million public lighting points, and has a detailed knowledge of the public lighting assets and their exact geographical location, that allows the company to plan its regular maintenance

Fig. 1. Pantalla de la aplicación móvil.

Mobile app screen shot.

de mantenimiento equipadas con teléfonos inteligentes Android que ejecutan una aplicación propietaria para recoger las características de los activos de alumbrado público y su ubicación geográfica. Esta aplicación fue concebida por EDP a ser extremadamente eficiente y fácil de usar, permitiendo a los usuarios a adquirir toda la información de los activos de alumbrado público en 3 a 30 segundos alcanzando una productividad máxima de 1.000 puntos de luz por día y por usuario. Esto fue posible gracias a la simplificación del modelo de datos de alumbrado público y una optimización de la interacción de aplicaciones, y un plan muy detallado con una gestión rigurosa.

Para el final de la campaña, EDP ha recogido 3.000.000 puntos alumbrado público, y tiene un conocimiento detallado de los activos de la red y su ubicación geográfica exacta, que permite a la empresa a planificar sus actividades regulares de mantenimiento más eficiente y puede definir las prioridades y estrategias del proyecto de sustitución obligatoria de mercurio basado en un conocimiento real de la red.

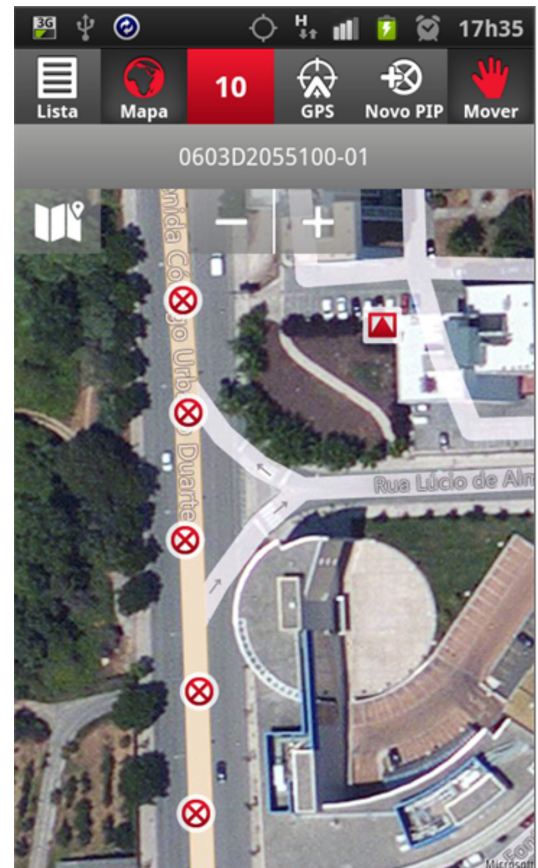
La estrategia y la estructura futura tendrá que ser el enfoque con el fin de la garantía y el mantenimiento de los datos de información registradas, por lo que necesitamos tener una ruptura con el pasado en relación con las operaciones asociadas con el alumbrado público.

Esta herramienta es un paso importante en la gestión de activos que permite la operación de garantías y registro de los equipos instalados, lo que permite el control del ciclo de vida de los activos de iluminación pública.

Para los municipios de esta información es de suma importancia, y se puede integrar datos de activos en los sistemas municipales de SIG que permite que estas entidades tienen una noción integral de la infraestructura eléctrica con otros elementos de planificación y gestión del territorio, lo que apoya la implementación de medidas de eficiencia energética y la reducción de consumo de energía y permitiendo la evolución de seguimiento de las infraestructuras integradas en la planificación urbana.

Primeros resultados

Con este nivel e cualidad de información, EDPD está trabajando en una plataforma "on line" para interactuar con los municipios que permite a los propietarios de la red tener acceso directo a la información técnica y geográfica de los activos, así como para poner las necesidades de mantenimiento y nuevas infraestructuras directamente



activities more efficiently and can define priorities and strategies to the mandatory Mercury replacement project based on a real grid knowledge.

The strategy and future structure will have to be focus in order to assurance and maintenance the data registered information, so we need to have a break with the past in respect of operations associated with public lighting.

This tool is an important step in the assets management allowing the guarantees and operation register of the installed equipment, allowing the control of the life cycle of public lighting assets.

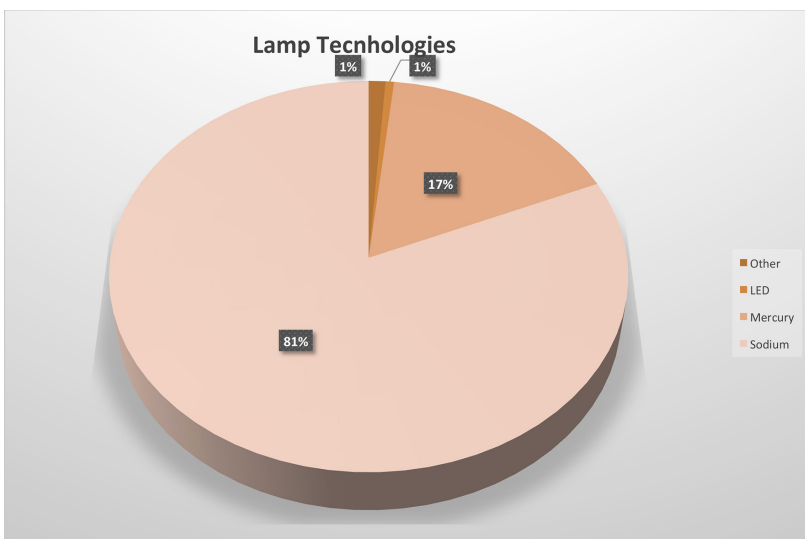
For the municipalities this information is all-important, and can integrate asset data in GIS municipal systems allowing these entities to have an integrated notion of electrical infrastructure with other planning elements and territory management, thus supporting the implementation of energy efficiency measures and energy consumption reduction and allowing follow developments of infrastructure integrated into urban planning.

First results

With this maturity level of information, EDPD is working on an online platform to interact with municipalities that allows the grid owners to have direct access to the technical and geographical asset information as well as to put maintenance, grid changes requests and new public lighting infrastructures necessities directly into EDP systems. This process changes represents an efficiency improvement to both, EDPD and municipalities, and a paperless solution implementation.

In addition, the interaction with citizens will be improve through the Contact Center and a mobile application to be available on App Markets. This will allow a closer interaction between the stakeholders and will reduce the quantity of false maintenance requests as well as to solve the present

Fig. 2. Tecnologías de lámparas.
Lamp technologies.



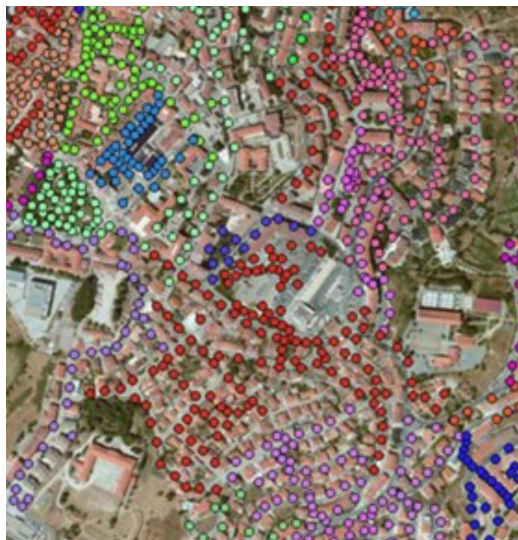
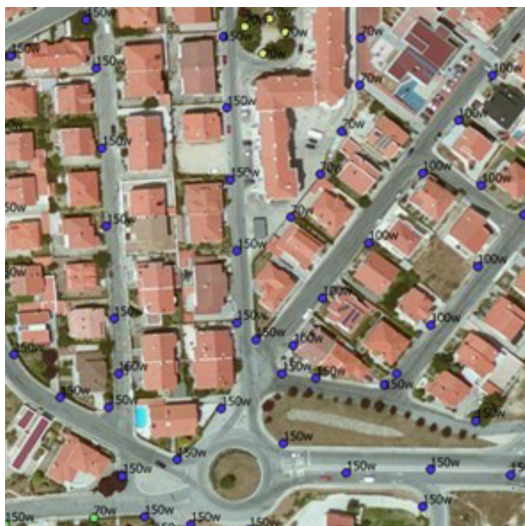


Fig. 3. Ejemplo de integración de datos en área urbana.

Example of Data integration in Urban Area.

en los sistemas de procesamiento electrónico de datos. Este proceso representa una mejora de la eficiencia de ambos, EDPD y los municipios, y representa también implementación de una solución sin papel.

Además, la interacción con los ciudadanos será mejorar a través del Contact Center y de una aplicación móvil que estará disponible en mercados de aplicaciones. Esto permitirá una interacción estrecha entre las partes interesadas y reducirá la cantidad de peticiones de mantenimiento falsas, así como para resolver el presente problema de saber la localización exacta de las fallas. El sistema será capaz de identificar el activo alumbrado público defectuoso y su alimentación, lo que permite que esta información se envíe a través del Sistema de Gestión de Fuerza de Trabajo (WFM) dando a los equipos de campo de la información necesaria para reducir al mínimo los costos de operación y tiempos. Esto permite un incremento en la eficiencia de estos equipos y la reducción de CO2 en encontrar el lugar correcto de la alimentación y de los activos de alumbrado público defectuosos.

Conclusiones

El propósito principal de la iluminación pública es proporcionar visibilidad precisa, cómoda y rápida durante la noche.

Debe también:

- Actuar como elemento de interacción social,
- Promover ambientes simbólicos y psicológicos,
- Actuar como lenguaje visual,
- Observar e interactuar con el paisaje de la noche,
- Tener un impacto directo sobre el comercio y el sector turístico.

Los requisitos de ser humano están recurriendo cada vez más a consolar a las demandas, en los que la temperatura de color, reproducción de los colores, el contraste y la facilidad de reconocimiento son los principales aspectos para el bienestar de la población.

Aspectos económicos están en el centro de atención, sobre todo desde el comienzo de la crisis económica. Decisiones de Iluminación Pública contrarias fueron tomadas ante esta realidad. Esto ha sido relevado como un problema que los propietarios y operadores de redes tienen que tratar, el equilibrio entre los deseos económicos, técnicos,

problem of knowing the exact location of the faults. The system will be able to identify the faulty public lighting asset and its feeder, allowing this information to be sent through the Workforce Management System (WFM) giving to the field crews the necessary information to minimize the operation costs and timings. This allows an increment in efficiency to these teams and CO2 reduction on finding the correct place of the feeder and the faulty public lighting assets.

Conclusions

The main purpose of the public lighting is to provide accurate, comfortable and fast visibility overnight.

Should also:

- Act as social interaction element,
- Promote ambiances symbolic and psychological,
- Act as visual language,
- Observe and interact with the night scenery,
- Having a direct impact on trade and the tourism sector.

People requirements are increasingly turning to comfort demands, where colour temperature, colour rendering, contrast and recognition easiness are main aspects to people welfare.

Economic aspects are on the spotlights, mostly since the beginning of the economic crises and contrary Public Lighting decisions were taken before that reality. This revealed an issue that Grid Owners and Grid Operators have to deal with, balancing between the economic aspects, technical and regulatory guidelines and citizen psychology. Some questions raises with these aspects. What would be the best criteria to select Public Lighting actions, like modernization, spot disconnection and schedule changes to turn on/off? To answer these questions Grid Owners are a fundamental key part.

The Public Lighting management should be defined by both Grid Operator and Municipalities based on a Public Lighting Plan, considering European and national recommendations. Our public lighting campaign showed that there are a lot of diversity on Public Lighting equipment and implementation all over the country. Therefore, several guidelines should exist on this plan, establishing standards for luminaires and technical equipment, the desired level of lighting on

reglamentarios y de los ciudadanos. Algunas preguntas se plantean con estos aspectos. Cuál es el mejor criterio para elegir las acciones a implementar, como la modernización, lo apagar de alumbrado público, la programación de los tiempos de conexión y desconexión. Para responder a estas preguntas los municipios tienen un papel fundamental. La administración de Alumbrado Público debe ser definida por el operador y municipios basado en un Plan de Alumbrado Público, considerando las recomendaciones Europeas y Nacionales. Nuestra campaña de alumbrado público mostró que hay una gran cantidad de la diversidad en los equipos de iluminación pública y la aplicación en todo el país. Por lo tanto, deben existir una serie de pautas en este plan, el establecimiento de normas para las luminarias y equipos técnicos, el nivel deseado de iluminación en cada espacio y la carretera en conformidad con las recomendaciones y los reglamentos, criterios para encender/apagar las luminarias y el período de funcionamiento, niveles de dimmer cuando la tecnología permite que sea ajustado. Otros temas complementarios también deben ser tomados en cuenta. Uno de ellos es la contaminación lumínica y el otro es una preocupación reciente, tomada por las nuevas tecnologías que utilizan las técnicas de comunicación para administrar la red de alumbrado público. Cuando se utiliza la comunicación sobre una nueva tecnología el problema de normalización siempre se levantan porque los fabricantes utilizan muchas veces las soluciones propietarias para implementar la comunicación. El alumbrado público no es una excepción.

Las iniciativas de recalificación urbana son una gran oportunidad para poner en práctica las medidas de eficiencia energética, teniendo en cuenta el equilibrio adecuado entre las exigencias estándar, la ciudad y las necesidades de los ciudadanos. Las ciudades y los espacios urbanos se deben construir con el pensamiento en las personas y lo Alumbrado Público debe cumplir con estas exigencias. La información recopilada no proyecto de Asset Data será esencial para permitir que los futuros estudios e investigaciones sobre iniciativas de energía eficiencia.

each space and road in accordance with recommendations and regulations, criteria to switch on/off the luminaires and the operating period, dimmer levels when technology allows it to be set. Other complementary issues should also be take into account. One is light pollution and another is a recent concern, taken by new technologies that use communication techniques to manage the Public Lighting grid. When communication is used on some new technology the standardization problem always rise because manufacturers uses many times proprietary solutions to implement communication. The Public Lighting is not an exception.

The Urban requalification initiatives are a great opportunity to implement Energy Efficiency measures, considering the right balance between standard demands, city and citizen needs. Cities and urban spaces should be construct thinking on people and Public Lighting should meet these exigencies. The collected public lighting information will be essential to allow future studies and research on efficiency energy initiatives.

REFERENCES / REFERENCIAS

1. Ministério da Economia da Inovação e do Desenvolvimento, "Documento de Referência para a Eficiência Energética na Iluminação Pública", 2011.
2. "European Standard EN 13201 for Road Lighting", 2005
3. Comisión Europea, "Iluminando las Ciudades - Acelerando el Despliegue de Soluciones de Iluminación Innovadoras en las Ciudades Europeas", 2013
4. European PPP Expertise Center, "Energy Efficient Street Lighting", 2013
5. EDP Distribuição, SA, "Manual de Iluminação Pública", 2010
6. Perez Gulin, Juan Marcos, "Entendiendo las ciudades. Una metodología para la visualización de información urbana y el diseño de indicadores para su gestión", 2014
7. Fundação Francisco Manuel dos Santos, "XXI, Ter Opinião, Isto é Cidade", 2015
8. Borralho, André João Patrício, "Iluminação Pública em Espaço Urbano", 2012

Actividades económicas y territorios sostenibles en la Comunidad Valenciana

Economic activities and sustainable spaces in Valencian Autonomous Region

María José García Jiménez¹

RESUMEN

El suelo para actividades económicas se duplicó en la Comunidad Valenciana entre 1987 y 2006, experimentando una tasa de crecimiento superior a la del suelo residencial. El incremento constante de suelo artificial— disperso y en menor medida continuo— se ralentizó de manera muy notable con el inicio de la crisis económica y financiera, fecha en la que ya se habían producido externalidades negativas que provocaron un cuestionamiento profundo del modelo urbanístico y territorial desarrollado.

Existe un consenso claro acerca del modo óptimo de habitar la ciudad: reforzando su compacidad según el tradicional modelo mediterráneo —que respeta la morfología del tejido urbano evitando la dispersión y fomenta la diversidad social, funcional y tipológica—; sin embargo los textos normativos hacen escasas referencias al modo en que deben implantarse y desarrollarse las actividades económicas en el territorio.

La Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana, documento de planificación de ámbito regional del que se dispone desde 2011, reconoce la necesidad de actuar sobre los tejidos industriales existentes con propuestas de revitalización concretas; en el caso de nuevos polígonos se concreta, procurando su proximidad a los núcleos urbanos residenciales y respetando ciertos índices máximos de ocupación de suelo.

No obstante, la atención sobre las propuestas de actividades económicas contenidas en la Estrategia Territorial se focaliza en los nuevos emplazamientos desvinculados de los núcleos residenciales, cuyo carácter estratégico les dispensará de la aplicación de las limitaciones generales de crecimiento municipal de suelo. La puesta en práctica de estas previsiones ha venido de la mano de la propia Administración autonómica, con la publicación en 2012 de una ley que habilita un singular instrumento de planeamiento: las Actuaciones Territoriales Estratégicas. Su análisis descubre luces y sombras, pero sobre todo plantea una cuestión que se considera fundamental: ¿es compatible la planificación del territorio bajo el prisma de la sostenibilidad con su posterior implementación mediante las técnicas tradicionales de gestión urbanística?

La búsqueda de claves para tratar de responder a esta cuestión explora alternativas que parten del reconocimiento de un fuerte impacto supramunicipal, susceptible de producirse tanto en las grandes actuaciones comarcales o regionales, como en pequeños polígonos de municipios del medio rural que precisen de acuerdos para obtener beneficios comunes. La gestión mancomunada o consorciada que encauce visiones excesivamente localistas, las formulas de gobernanza territorial basadas en criterios de eficiencia y solidaridad entre municipios y en la cooperación público-privada, pueden propiciar una reflexión y un camino por explorar en la Comunidad Valenciana para racionalizar la implantación en el territorio de las grandes proyectos e iniciativas económicas.

Key words: spatial planning, supra-municipal impact, governance, spatial vision. planificación territorial, impacto supramunicipal, gobernanza, estrategia territorial.

(1) Arquitecto. E: mjgj@saezvigueras.es

Introducción

La Ley 4/2004 de Ordenación del Territorio y Protección del Paisaje marcó el inicio de la renovación del marco normativo de carácter territorial y urbanístico después de una década de intensa y controvertida actividad urbanizadora. La Administración autonómica adoptó como nuevo paradigma en sus textos legales la sostenibilidad, promulgando un consumo racional de los recursos naturales y el objetivo de alcanzar una mayor cuota de eficiencia territorial, abriendo paso a la intervención ciudadana en la política territorial y del paisaje.

Se inicia un periodo de intensa producción normativa recientemente refundida en la vigente Ley 5/14 de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunidad Valenciana, que sustituye cinco leyes y dos importantes desarrollos reglamentarios⁽¹⁾. Esta Ley prioriza las intervenciones en la ciudad existente y construida, reforzando su compactidad según el tradicional modelo mediterráneo que respeta la morfología del tejido urbano, evitando la dispersión y fomentando la diversidad social, funcional y tipológica de la misma manera que lo hace en el ámbito estatal la Ley 8/2013, de 26 de junio, de Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbanas.

Sin embargo, el desarrollo de actividades económicas queda al margen de estas directrices. No se dispone de referencias a un modelo de implantación territorial específico para actividades económicas equivalente al modelo descrito para el caso de crecimientos urbanos, de modo que sus patrones de implantación en el territorio darán prioridad a premisas distintas a las adoptadas para los usos residenciales, en cierta medida justificable por la diferente naturaleza de los usos y actividades previstos, aunque no en todos los casos.

Es en la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana (en adelante ETCV), documento de **planificación de escala regional** (Decreto 1/2011, de 13 de enero, del Consell), donde se encuentran referencias concretas a previsiones territoriales para el desarrollo de actividades económicas.

La primera de sus directrices aclara: *"la ECTV es el instrumento que establece los objetivos, metas, principios y directrices para la ordenación del territorio de la Comunitat Valenciana y cuya finalidad es la consecución de un territorio más competitivo en lo económico, más respetuoso en lo ambiental y más integrador en lo social"*.

El título II se dedica a *"el desarrollo económico y territorio"* presentando a modo de articulado 13 directrices (de la 24 a la 36) en las que se mencionan conceptos, algunos de los cuales se desarrollan con mayor profusión en separatas independientes, por constituir alguno de los 25 ambiciosos objetivos del plan.

Varios de estos objetivos están estrechamente ligados con previsiones relativas a actividades económicas y a su implantación en el territorio, de entre los que cabe destacar el número 24: *"Prever en cantidad suficiente y adecuada suelo para la actividad económica"* donde se concretan, sin carácter vinculante, algunos aspectos ya mencionados en las directrices.

Las previsiones de la estrategia territorial para las áreas de actividad económica

Sobre los **tejidos industriales actuales** la ETCV enuncia una serie de actuaciones cuya formulación, planificación y gestión será objeto de ulteriores Planes de Acción territorial

1. INTRODUCTION

The Law 4/2004 of Land Management and Protection of the Landscape sets the beginning of the refurbishment of the regulatory framework in the territorial and town planning realm, after a decade of intense and controversial urban planning activity. The Regional Government adopted sustainability as a new paradigm in its legal texts, putting forward a rational use of natural resources and the objective of achieving a better land planning efficiency, enabling the involvement of the citizens in the territorial and landscape policy.

A period starts of intense regulatory production recently blended together in the applicable Act 5/14 of Land Management and Protection of the Landscape of the Comunidad Valenciana, which replaces five Acts and two key regulations⁽¹⁾. This Law gives priority to interventions in the town already existing and built, reinforcing its compactness in accordance with the traditional Mediterranean model, which is respectful with the urban structure. It avoids scattering, enhancing the social, functional and typological diversity, in the same way as it is done at a state level by the Law 8/2013, of June the 26th, of Urban Refurbishment, Restoration and Renovation

Nevertheless, the development of economic activity stays out of the scope of these guidelines. References to a model of specific territorial implementation, equivalent to the one described for urban growth, are not available regarding economic activities. Being that, their patterns of implementation in the territory will prioritize different premises than those adopted for the residential uses. To a certain extent this is justifiable due to their different nature in terms of planned uses and activities, but not in all cases.

Precise references to territorial provisions for the development of economic activities are to be found in the **Territorial Strategy** of the Comunidad Valenciana (from now on ETCV, from the Spanish acronym), a document of planning on a regional basis (Decree 1/2011, of January the 13th, of the Consell). This decree clarifies in its first directive that: *"the ECTV is the tool that establishes the objectives, goals, principles and guidelines for the territory planning management of the Comunidad Valenciana, whose purpose is the achievement of a more competitive territory in economic terms, more respectful to environmental issues and socially more integrative"*.

Title II focuses in *"the economic development of the territory"* presenting 13 directives by way of articles (from the 24th to 36th) that mention several concepts. Some of them set up part of the ambitious goals of the plan and are developed more into detail in independent off prints.

Some of these objectives are closely related to foresights regarding economic activities and to its territorial implementation, and among them, should be highlighted number 24: *"To plan sufficient and adequate land for the economic activity"* in which some aspects aforementioned in the directives are set, on a non-binding basis.

The provisions of the territorial strategy for the areas of economic activity

Regarding the **current industrial network** the ETCV establishes a set of interventions whose formulation, planning and management will be the object of upcoming Territorial Action Plans, that will comprehensibly organize the realm of each one of the 15 functional areas constituting

que ordenen de manera integral el territorio de cada una de las quince áreas funcionales en que la ETCV divide la Comunidad Valenciana. Las estrategias indicadas son:

- Mantenimiento e integración: Tiene como objetivo la diversificación de los usos económicos implantados y su compatibilidad y conexión con el tejido urbano (actuaciones en materia de movilidad e integración paisajística...)
- Consolidación y ampliación. Actuaciones dirigidas a grandes nodos de actividades económicas y polígonos de ámbito comarcal (que ya poseen buenas condiciones de accesibilidad, de infraestructuras, etc.) donde convenga implantar nuevos tejidos industriales y terciarios, diversificar tipologías y sectores, equipamientos o servicios públicos.
- Obsolescencia y cambio de uso. Estrategias previstas para implantaciones en zonas de baja accesibilidad, ubicadas en ámbitos urbanos con los que son incompatibles, zonas de riesgo o con afecciones importantes a los valores ambientales y paisajísticos del territorio.

Respecto a las **nuevas ocupaciones de suelo destinado a actividades económicas**, la ETCV diferencia:

a) Previsiones de los planes municipales.

La ETCV limita el crecimiento de suelo municipal para actividades económicas propuesto por los municipios, con índices máximos de ocupación, con carácter previo a la toma de cualquier otra decisión que afecte a la ocupación de su territorio. recomienda la localización de estos polígonos, próxima a los núcleos urbanos residenciales, para favorecer la ya mencionada compactación de los cascos poblacionales en emplazamientos sostenibles desde el punto de vista de la movilidad.

b) Previsiones de la propia ETCV: Actuaciones Estratégicas

No obstante lo establecido en el apartado anterior, la ETCV prevé las actuaciones de mayor calado en emplazamientos desvinculados de los núcleos residenciales que quedarán, por su carácter estratégico, dispensadas del cumplimiento de las limitaciones de crecimiento municipal.

Para todos los casos propone su gestión mediante fórmulas de gobernanza, compartida —mancomunada o consorciada—, basadas en criterios de sostenibilidad y eficiencia entre municipios voluntariamente asociados y en las que el papel del Consell es clave como agente impulsor.

La localización de cada una de estas áreas se realiza de manera orientativa e imprecisa, propia de la escala de planes regionales cuyas determinaciones no resultan vinculantes.

b.1) Grandes nodos de actividad económica

Agrupación de polígonos de usos mixtos (industriales, logísticos y terciarios) que pueden servir de los efectos sinérgicos de las economías de aglomeración y del uso común de infraestructuras, equipamientos y de una imagen de marca.

Se trata de superficies de al menos 150 ha. e impacto regional, en emplazamientos vinculados al ferrocarril de mercancías y a las grandes implantaciones de usos logísticos.

b.2) Parques comarcales, industriales y terciarios.

Se trata de áreas orientadas hacia actividades innovadoras (parques científicos y tecnológicos, centros, institutos

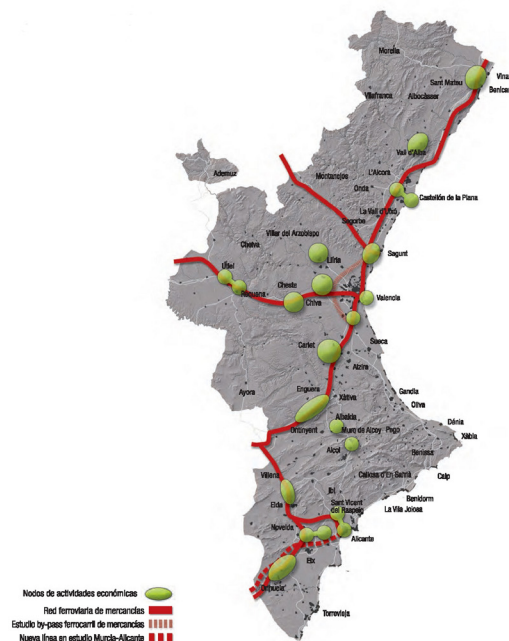


Fig. 1. Nodos de actividad económicas en el territorio. ETCV. 2011.

Nodes of economic activity in the territory. ETCV. 2011.

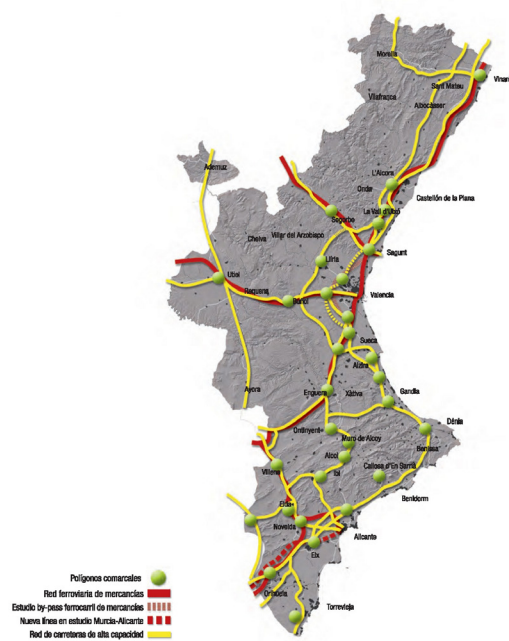


Fig. 2. Parques comarcales de innovación. ETCV. 2011

Regional parks of innovation. ETCV. 2001.

the Comunidad Valenciana division according to the ETCV. The indicated strategies are the following:

- Up-keeping and integration: Its objective is to spread out the ongoing economic uses and their compatibility and connexion with the urban fabric (actions about mobility and landscape integration issues...)
- Consolidation and enlargement. Interventions aimed to the large nodes of economic activity and industrial estates at a county level (those already enjoying good access conditions, infrastructures, etc.) where it is convenient the settlement of new industrial and tertiary networks, and to diversify typologies and sectors, facilities or public services.
- Obsolescence and change of use. Strategies planned for settlements in not easily accessible areas, placed in non compatible urban areas, risk zones or zones seriously affecting the environmental and landscape values of the territory.

promotor y la administración responsable, creación de comisiones técnicas interdepartamentales...).

Desde la publicación de la Ley 1/2012 han sido declaradas por Acuerdo del Consell, cinco actuaciones: (Fig. 4).

Fecha inicio del procedimiento	PROYECTO (municipio)	Superficie (Ha.)	Usos
29/06/12	VALENCIA DINAMIZA (Valencia)	16	Residencial y terciario (oficinas y hotel)
14/12/12	MIJARES RESORT (Yátova)	400	Terciario (hotel y dotaciones privadas)
25/01/13	PUERTO MEDITERRÁNEO (Paterna)	100	Terciario (comercial y ocio)
22/02/13	ALCOINNOVA (Alcoy)	50	Industrial (científico-tecnológico)
20/06/14	ALICANTE AVANZA (Alicante)	220	Terciario (comercial y ocio)

Dos de estas actuaciones han alcanzado la aprobación: *Valencia Dinamiza* ha conseguido publicar su resolución aprobatoria 35 meses después de ser declarada (14/05/15); en el caso de *Alcoinnova*, el proceso se ha desarrollado en 23 meses (30/01/15); por su parte, la ETCV fijó en diez meses la previsión temporal para el desarrollo de estas actuaciones.

Se aprecia en la figura 4 que los **ámbitos** de las actuaciones declaradas son dispares; respecto a los usos, mayoritariamente terciarios—excepto en el caso de las dos actuaciones aprobadas—, se ajustan a las indicaciones de la ETCV para los “*parques comarcales*”.

Respecto a la **localización** de las ATE declaradas, la Ley 1/2012 estableció que estas actuaciones debían ser compatibles con la Infraestructura verde y con los objetivos y principios rectores de la ETCV.

Acreditar la compatibilidad de la actuación con la Infraestructura Verde no supone en realidad un criterio excluyente a priori, no condiciona la selección de un emplazamiento ni implica protección más allá de lo que lo hagan las correspondientes regulaciones sectoriales. Consiste en trasladar, interpretar, adaptar criterios definidos a escala regional haciéndolo compatible con el desarrollo previsto. La infraestructura verde configura la red interconectada de los espacios de mayor valor ambiental, paisajístico y cultural. Su definición debe ser

constitutes the regulatory framework of the five declared Actions to date. In Title I, the Law states that it is: “... As to enhance processes urban and territorial planning and management which contribute to the economic revitalization and job creation by providing appropriate tools to develop streamlined and simplified procedures and removing red tape for business initiatives.”

To achieve this aim, instruments provided improve coordination of inter-administrative routines (the designed procedure unifies environmental, territorial and urban processing) as well as cooperation between the actors involved (sole interlocutor between the promoter and the responsible administration, creation of interdepartmental technical committees...).

From publication of Law 1/2012, by Agreement of the Consell, have been declared five Actions: (Fig. 4)

Proceeding starting date	PROJECT (municipality)	Area (Ha.)	Uses
29/06/12	VALENCIA DINAMIZA (Valencia)	16	Residential and tertiary (offices and hotel)
14/12/12	MIJARES RESORT (Yátova)	400	Tertiary (hotel and private endowments)
25/01/13	PUERTO MEDITERRÁNEO (Paterna)	100	Tertiary (commercial and recreational)
22/02/13	ALCOINNOVA (Alcoy)	50	Industrial (scientific and technologic)
20/06/14	ALICANTE AVANZA (Alicante)	220	Tertiary (commercial y recreational)

Two of these actions have achieved an approval: *Dinamiza Valencia* has succeeded in publishing its approval resolution 35 months after being declared (14/05/15); in the case of *Alcoinnova*, the process has been developed in 23 months (30.01.15); for its part, ETCV set in ten months the temporary terms for the development of these proceedings.

It is shown in Figure 4 that the **realm** for the declared Actions are uneven; regarding the uses, mostly tertiary—except in the case of the two approved Actions—, matching the indications ETCV for “*county parks*”.

Regarding the **location** of the ATE declared, Law 1/2012 established that these actions should be compatible with the Green Infrastructure and the objectives and guiding principles of the ETCV.

Fig. 4. Actuaciones Territoriales Estratégicas declaradas. Elaboración propia. 2015.

Strategic Territorial Actions declared. Author. 2015.



Fig. 5. ATE Valencia Dinamiza. Conselleria de infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. 2015.

ATE Dinamiza Valencia. Department of Infrastructure, Planning and Environment. 2015.



Fig. 6. ATE Alcoinnova. Conselleria de infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. 2015.

ATE Alcoinnova. Department of Infrastructure, Planning and Environment. 2015.

Fig. 7. Infraestructura verde existente y propuesta. ATE Puerto Mediterráneo. Conselleria de infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. 2015.

Green infrastructure the existing and proposed. ATE Mediterranean Port. Department of Infrastructure, Planning and Environment. 2015.



previa a la planificación de suelo abarcando todas las escalas del territorio, de acuerdo con las determinaciones de un plan de acción territorial de carácter sectorial, cuya tramitación se encuentra paralizada desde 2011.

Respecto a las localizaciones de ámbitos estratégicos del territorio para las actividades económicas previstos por la ETCV, no han resultado vinculantes, como tampoco lo son las del planeamiento del municipio en el que se emplazan.

La selección de emplazamientos al margen de las pautas establecidas por la planificación urbanística y territorial es controvertida. El Ayuntamiento de Alcoy ha mostrado, vía recurso contencioso administrativo ante el Tribunal Superior de Justicia de la Comunidad Valenciana (admitido a trámite y pendiente de resolución), su desacuerdo con el emplazamiento elegido, dado que considera no se adecua al modelo territorial que el municipio pretende desarrollar en su planeamiento general, el cual prevé otras zonas de crecimiento industrial.

En el mencionado recurso la administración local denuncia asimismo la invasión de su ámbito competencial por parte de la administración autónoma, que toma el protagonismo en el proceso de desarrollo urbanístico bajo la justificación de la concurrencia del interés supramunicipal, incidiendo en principios constitucionales de autonomía local, igualdad, legalidad, interdicción de la arbitrariedad de los poderes públicos, tutela judicial efectiva y seguridad jurídica.

La judicialización del caso pone en evidencia que tampoco las previsiones de la ETCV relativas a la **gestión coordinada y cooperativa** de las actuaciones han sido implementadas con éxito. El conflicto interadministrativo del caso de Alcoy, que lejos de resolverse cada día se recrudece con su lamentable utilización con fines electoralistas por parte de

Proving the compatibility of the action with the Green Infrastructure, is not an exclusionary criterion a priori, and does not determine the selection of a site, nor imply protection beyond what the corresponding sectorial regulations do; it is to translate, interpret and adapt regionally defined criteria making it compatible with the planned development. Green infrastructure sets the interconnected network of the areas of greatest environmental, cultural and landscape value; its definition should take place before land planning and should cover all levels of the territory, according to a territorial action plan, whose processing has been paralyzed since 2011.

The selections of a strategic site of the territory for economic activities provided by ETCV have not been binding, nor are the planning of the municipality in which they are located.

The selection of sites outside the guidelines of the urban and territorial planning is controversial; the City Council of Alcoy has shown, by administrative appeal before the High Court of Valencia (declared admissible and pending), disagreement with the site chosen, since it considers the territorial model is not suitable to the city that aims to develop in their overall planning and provides other areas of industrial growth.

In the previously mentioned appeal, the local administration also denounces the invasion of their jurisdiction by the autonomous administration, which takes the leading role in the process of urban development under the justification of the concurrence of a supramunicipal interest, focusing on constitutional principles of local autonomy, equality, legality, prohibition of arbitrary action of public authorities, effective legal protection and legal certainty.

The judicialization of the case also evidences that the

partidos políticos enfrentados, es el exponente máximo de la falta de cooperación entre los agentes que intervienen en el proceso planificador.

Respecto al papel impulsor del Consell, se produce efectivamente desde el momento del inicio de las ATE, en su declaración. En ese momento se determinan los órganos responsables de cada una de las fases de la actuación, correspondiendo únicamente a la Conselleria competente en materia de territorio la tramitación y aprobación del plan. La relación con las administraciones locales se circunscribe únicamente al plazo de 45 días de participación en el que se da audiencia a todas las instituciones afectadas (de acuerdo con el artículo 4 de la Ley 1/2012). Lejos quedan los principios de buena Gobernanza, transparencia y participación de la ciudadanía (que se sitúa igualmente en el mínimo legal) promulgados para este tipo de actuación por parte de la ETCV.

Finalmente la “fórmula ATE” conduce a la burocratización de los procedimientos, a periodos de participación pública asimilables a los tradicionales periodos de información, a la falta de coordinación interadministrativa y a la ocupación controvertida de ámbitos territoriales en cuya selección priman los intereses políticos y los empresariales, —que precisan del control de la propiedad de los terrenos para resolver la reparcelación de los terrenos— por encima de consideraciones territoriales o ambientales.

Conclusiones

Las consideraciones hechas hacen pensar en la necesidad de una revisión de los ambiciosos principios proclamados desde 2004, o quizás en la necesidad de aplicarlos desde el ejercicio de políticas territoriales convencidas y rigurosas, pudiendo concluirse la necesidad de:

- Inventariar el tejido industrial existente.

Las estrategias previstas por la ECTV para la revitalización de las áreas existentes, incrementarían su efectividad si se dispusiera de un diagnóstico previo de las circunstancias territoriales y urbanísticas de la bolsa de suelo industrial y terciario del que se dispone a nivel regional⁽³⁾.

Este inventario sería mucho más interesante si incorporara el gran número actuaciones urbanísticas, en las que la ECTV no repara, interrumpidas o paralizadas como consecuencia de la crisis económica y financiera, que no han conseguido finalizar el complejo proceso de urbanización para la conversión de las parcelas en solares; la reactivación de estas actuaciones implica consideraciones jurídicas acerca de la naturaleza de los terrenos para cada caso concreto —en función del momento procedimental en el que se encuentren: plan y/o proyecto de reparcelación aprobados y en su caso, grado de ejecución de la urbanización alcanzado—, precisas para el diseño de planes de medidas tendentes al desbloqueo y finalización.

Para ser coherente con los preceptos normativos postulados y con la propia ECTV la elección de estos emplazamientos —desarrollos existentes, vacantes o inconclusos— debiera haber sido emplazamientos preferentes para el desarrollo de las ATE.

- Procurar la convergencia entre la planificación territorial y la económica

Cabe mencionar la reciente iniciativa de la Conselleria de Economía, Industria, Turismo y Empleo de proyecto de Decreto de Áreas Industriales Prioritarias que contempla

provisions of the ETCV concerning the **coordinated and cooperative management** of actions have not been implemented successfully. The inter-administrative conflict of Alcoy litigation, that far from being solved, every day intensifies with the lamentable use for electoral purposes by confronted political parties; it is the best example of the lack of cooperation between the actors involved in the planning process.

Regarding the driving role of the Consell, is actually produced from the starting time of the ATE, in its statement. At determining those responsible for each one of the performance stages corresponding only to the competent territorial Conselleria the processing and approval of the plan. The relationship with local authorities is limited only to the period of 45 days in which audience participation is given to all the institutions involved (in accordance with Article 4 of Law 1/2012). It is far from the principles of good governance, transparency and citizen participation (which is also situated on the legal minimum) promulgated for this type of action by the ETCV.

Finally the “formula ATE” leads to the bureaucratization of procedure, to public participation periods equivalent to the traditional reporting periods, to the lack of coordination between administrations and to the contested occupation of territorial issues in which decisions prevail political and business interests, -which require the control of the ownership of the lands to resolve its reparcelling- over territorial or environmental considerations.

Conclusions

Considerations made suggest the need for an ambitious review of the principles proclaimed since 2004, or perhaps the need to apply them from the performance of strict convinced and territorial policies, to conclude a need to:

- Inventory and listing of the existing industrial fabric.

Planned strategies for ECTV aimed to the revitalization of existing areas would increase their efficiency if it were available a prior diagnosis of the territorial and urban circumstances about tertiary and industrial bag than is regionally available⁽³⁾.

This inventory would be much more interesting if it would incorporate the large number urban development projects, in which the ECTV has not considered, interrupted or stopped as a result of the economic and financial crisis, they have not managed to complete the complex process of urban development for the conversion of the plots in lots; reactivation of these actions involves legal considerations about the nature of land for each case, -depending on the procedure stage when they are: plan and / or land reparcelling project approved and where necessary, urbanization degree reached-detailed plans for the design of measures aimed at unblocking and ending.

The choice of these sites -existing, available or uncompleted - should have been preferred sites for the development of the ATE to be coherent with the principles and policy prescriptions with ECTV

- Ensure the convergence between both territorial and economic planning:

It is worth mentioning the recent initiative of the Ministry of Economy, Industry, Tourism and Employment of a Project decree about Priority Industrial Areas which provides the creation of the Strategic Industrial Municipality and the Regional Innovation Park or the Technologic Enclave. It would be helpful to evaluate the possible effects that these

la creación de la figura de Municipio Industrial Estratégico y la del Parque Comarcal de Innovación o la del Enclave Tecnológico. Convendrá evaluar la posible afección que estas previsiones puedan provocar con respecto a las indicaciones de la ETCV o incluso con respecto a la reciente Ley 5/14 de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje.

- Implementar formulas de gestión territorial, de entre las que destacar:
 - Compromisos intermunicipales para la implantación de actividades en municipios que no tienen escala suficiente para optimizar una instalación de esta índole.
 - Mecanismos de cooperación territorial para compensar las cargas y beneficios que se deriven de los planes de ordenación del territorio, como las ya extintas herramientas de compensación intermunicipal diseñadas por la Ley 4/2004 (fondo de Equidad Territorial—que no se llegó a crearse—, cesiones de suelo protegido, cuotas de sostenibilidad).
 - Elaboración e implementación de Planes de Acción territorial (tan solo uno de los más de 30 previstos por la Ley 4/2004 ni la ETCV se ha aprobado) y sus herramientas de la planificación y gestión territorial (programación de actuaciones para la equidad territorial o creación de entidades gestoras de la planificación supralocal encargadas de liderar la elaboración de los programas, su gestión y los procesos de participación en cada área funcional).
- Evaluar los planes

La ECTV estableció el año 2015 como primera referencia temporal sobre la que iniciar un proceso de seguimiento, evaluación e impulso. Sin embargo, dada la inactividad del organismo creado para ello, el Comité Estratégico de Política Territorial de la Comunidad Valenciana, la tarea puede quedar pendiente.

Tampoco se ha creado un observatorio territorial capaz de desarrollar la tarea no solo de evaluar, sino también las previas, de recogida de datos y elaboración de indicadores, de procesado y análisis de la información territorial, de establecimiento de prognosis, así como del seguimiento y comprobación del cumplimiento de objetivos propuestos en planes y programas.

forecasts may cause respecting the indications of ETCV or even with regard to the recent Law 5/14 of Planning, Urbanism and Landscape.

- Implement land management formulas to highlight these:
 - Commitments between municipalities for the implementation of activities in those municipalities that do not have enough scale to optimize a facility of this kind.
 - Territorial cooperation mechanisms to offset the burdens and benefits derived from land management plans, such as now extinct tools for intermunicipal compensation designed by Law 4/2004 (Territorial-equity fund for fairness that was never created- , transfers of protected land, fees for sustainability).
 - Development and implementation of territorial Action Plans (just one of the 30 provided by Law 4/2004 or ETCV has been approved) and its tools for planning and land management (programming of actions for the territorial equity or creation of management bodies for the supralocal planning, responsible to lead program development, management and participation processes in each functional area).
- Assess plans

ECTV set 2015 as the first temporal reference on which to initiate a process of monitoring, evaluation and promotion. However, due to the inactivity of the body created for this purpose, the Strategic Committee for Territorial Policy of Valencia, the task could remain pending.

Nor it has been created a territorial observatory capable of performing the task not only to evaluate, but also the previous tasks, data collection and development of indicators, processing and analysis of territorial information, establishment of forecasting, as well as monitoring and checking the compliance with objectives set in plans and programs.

REFERENCIAS

1. La Ley 5/14 sustituye y deroga la Ley 16/2005, de 30 de diciembre, Urbanística Valenciana; la Ley 4/2004, de 30 de junio, de Ordenación del Territorio y Protección del Paisaje; la Ley 10/2004, de 9 de diciembre, del Suelo No Urbanizable y la disposición adicional tercera de la Ley 4/1992, de 5 de junio, sobre Suelo no Urbanizable; la Ley 9/2006, de 5 de diciembre, Reguladora de los Campos de Golf y la Ley 1/2012, de Medidas Urgentes de Impulso a la Implantación de Actuaciones Territoriales Estratégicas, excepto el artículo 6, la disposición transitoria segunda y la disposición final primera (por coherencia con la disposición derogatoria única). Asimismo, deroga el Reglamento de Ordenación y Gestión Territorial y Urbanística, aprobado por el Decreto 67/2006, de 19 de mayo, del Consell, y el Reglamento de Paisaje de la Comunitat Valenciana, aprobado por el Decreto 120/2006, de 11 de agosto, del Consell.
2. Derogada por la Ley 5/14 que la subsume sin modificaciones trascendentes respecto a la naturaleza del instrumento Repealed by Law 5/14 that subsumes without modifications to the transcendent nature of the instrument
3. La Generalitat ha puesto en marcha la elaboración de un catálogo de suelo industrial, mediante la cumplimentación por parte de los municipios, de fichas informativas de la situación actual de cada uno de sus polígonos.

REFERENCES

1. Law 5/14 replaces and repeals the Law 16/2005 of December the 30th, Valencia Urban Planning; Law 4/2004 of June the 30th, of Territorial Planning and Landscape Protection; Law 10/2004, of December the 9th, of non-developable land and the third additional provision of Law 4/1992, of June the 5th, about non-developable land; Law 9/2006, of December the 5th, regulating the golf courses and the Law 1/2012 on Urgent Measures to Promote the Implementation of Strategic Territorial Actions, except Article 6, the second transitional provision and the first final disposal (in coherence with the only repealing provision). It also repeals the Regulations on Administration and Territorial Management and Urban Development, approved by Decree 67/2006, of May the 19th, of the Council and Regulation Landscape of Valencia, approved by Decree 120/2006 of August the 11th, of the Consell.
2. Repealed by Law 5/14 that subsumes without modifications to the transcendent nature of the instrument
3. The Generalitat has set up the development of a catalog of industrial land through data sheets filling by municipalities on the current situation in each of their industrial estates.

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. Domenech Gregori, V., Ruano de Oleza, M. (coord.) (2011) Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana. ISBN: 978-84-482-5585-5.
2. Farinós Dasí, J. (2010) Gobernanza para una renovada planificación territorial estratégica: Hacia la innovación socio-territorial en Martí, A. y Merinero, R. (coord.) Planificación Estratégica Territorial: Estudios Metodológicos. Sevilla: Junta de Andalucía/ U. de Jaén/ Radeut, págs. 87-113
3. Forquet Almela, H. (2014) El nuevo modelo urbanístico de la Comunitat Valenciana: la LOTUP Práctica urbanística ISSN: 1579-4911, nº 131, págs. 80-90
4. García Jiménez, M.J. (2015) Coordinación entre el planeamiento territorial y urbanístico. Aproximación al caso valenciano. ISBN: 978-84-370-9704-6



**MEDIO
AMBIENTE
ENVIRONMENT**



**URBANISMO
URBAN PLANNING**



**ILUMINACIÓN
LIGHTING**



**MOVILIDAD
MOBILITY**



**CIUDADES INTELIGENTES
SMARTCITIES**

EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS
MUNICIPALES
Revista de Urbanismo y Medio Ambiente

**LA MEJOR PLATAFORMA
PARA SU PUBLICIDAD**

REVISTA MULTIPLATAFORMA



Revista | Magazine



Portal | Website



Revista digital | Digital magazine



Boletín | Newsletter



32 AÑOS DE TRAYECTORIA 1983/2015 | 32-YEARS OF TRAJECTORY 1983/2015

www.eysmunicipales.es

Techno-economic feasibility of collective housing buildings of nearly zero energy located in the central Asturian coalfield

Techno-economic feasibility of collective housing buildings of nearly zero energy located in the central Asturian coalfield

Daniel González Prieto¹, Joaquín González Rodríguez², Alicia Zamora Delgado³, Iván González Duque³, Ángel Mayor Casas⁴, Bárbara Puebla García¹, M^a Manuela Prieto González⁵

RESUMEN

Para finales de 2020 (2018 para los edificios ocupados y propiedad de autoridades públicas), todos los edificios nuevos deberán cumplir la Directiva Europea 2010/31/UE sobre "Eficiencia Energética de los Edificios" y, por tanto, tener un rendimiento "de energía casi cero" (EECN), usando tecnologías innovadoras y de costo optimizado, con integración de las energías renovables in situ o cerca del edificio. En el caso de las viviendas colectivas, la clave para obtener un EECN a un precio competitivo es el cuidado diseño de la proporción de huecos, la orientación de los mismos, el uso de elementos de protección de sombras, etc. Además, el reparto de los huecos habitables dentro de cada vivienda ha de hacerse en función de la orientación y el uso. No obstante, las posibilidades teóricas se restringen al tener que adaptarse a una parcela concreta, que se sitúa en una calle céntrica de una población en la cuenca minera central asturiana. En este trabajo se estudia un supuesto real, en una zona climática no muy soleada, y se define la posibilidad de conseguir un doble reto: por un lado, que el edificio sea EECN, y por otro, que su precio sea compatible con los bajos precios de mercado en la zona (cuencas mineras en depresión). Primero, se realiza un estudio socioeconómico de la población (43.000 habitantes), obteniéndose las preferencias de tamaño y los precios de las viviendas. Se aborda la peculiaridad urbanística, se estudian los edificios adyacentes y se justifica la forma del edificio. Se usan patios interiores que permitan una doble orientación, para facilitar un mejor soleamiento y una ventilación cruzada que evite un sobrecalentamiento estival. Se definen las plantas y las tipologías de vivienda. Se van variando la composición de los cerramientos y la forma, situación y proporción de huecos, obteniendo en cada caso las demandas térmicas anual y mensual, utilizando dos herramientas de cálculo: el software PHPP 2007, adaptado para cumplir las condiciones de la normativa española (el Código Técnico de la Edificación CTE 2013), y, en paralelo, el programa CERMA. Se llega a una solución que produce demandas térmicas anuales de calefacción, refrigeración y cargas térmicas que muestran la viabilidad de conseguir un edificio que opte a ser una de las primeras viviendas colectivas que cuente con el Certificado Passivhaus en Asturias. La elección de los sistemas activos condiciona en gran medida la energía primaria que se consume; se estudian dos supuestos: bomba de calor geotérmica y biomasa (ésta supone un recurso del que Asturias tiene excedentes). Definidos los sistemas, se obtienen resultados altamente satisfactorios con PHPP 2007 y con CERMA. Para estudiar la viabilidad económica, se valoró un edificio como el desarrollado, a modo de referencia, diseñado de forma "convencional", con precios de mercado actualizados, añadiéndole luego las diferencias de precio de cada medida energética adoptada para conseguir el edificio final EECN, y sumándole también otros extras para conferir al inmueble un valor añadido a base de soluciones novedosas. Finalmente, se estudia la rentabilidad económica de la inversión en las mejoras.

Key words: Consumo-casi-nulo, Mejoras-activas, Mejoras-pasivas, Certificación-energética.

Introducción

El parque inmobiliario de nuestro país se comporta como un enorme sumidero energético⁽¹⁾. En la Unión Europea, el 40% del consumo total de la energía corresponde a los edificios⁽²⁾. Este hecho, en un entorno de fuertes limitaciones de emisiones de gases con efecto invernadero, hace el reto ineludible⁽³⁾.

Para finales de 2020 (2018 para los edificios ocupados y propiedad de autoridades públicas), todos los edificios nuevos deberán cumplir con la Directiva Europea 2010/31/UE y alcanzar niveles de rendimiento "de edificios de energía casi cero (EECN)", utilizando tecnologías innovadoras y de costo optimizado, con integración de las energías renovables in situ o cerca del edificio.

Cada país define el concepto EECN, y España deberá decidir su propia definición para los diferentes plazos marcados: 2015, 2018 y 2020. En cuanto a los indicadores que habrá que fijar, hay disparidad de opiniones. Alguna fuentes [4] proponen los tres indicadores siguientes: limitación de la demanda, contribución mínima de energías renovables y limitación de la energía primaria.

Las viviendas colectivas representan un porcentaje muy alto, por lo que la intervención en ellas supondría un gran ahorro de energía. En este trabajo se estudia un supuesto real de vivienda colectiva, en una zona climática poco soleada (D1), situada en el centro de una población de la cuenca minera central asturiana, y se plantea la posibilidad de diseñar un edificio EECN a un precio compatible con el de mercado en esa zona (cuencas mineras actualmente en depresión).

Entorno socio-económico y clima

Estudio socio-económico

La población en 2013 era de 43.070 habitantes. La población activa total en 2014 eran 11.358 personas, con un salario medio bruto de 1.960,60 €/mes. El número medio de personas por hogar es de 2,58. El perfil del comprador de vivienda es el grupo entre 30 y 50 años.

La Fig. 1 representa datos de tres inmobiliarias, relacionando el precio por m² con la superficie, para viviendas de 4, 3, 2 y 1 habitaciones. Para 3 habitaciones, la mayor concentración corresponde a superficies de 65 a 90 m² y el precio aumenta con el tamaño desde 1.000 hasta 1.200 €/m². Las viviendas de 2 habitaciones tienen entre 52 y 67 m² y su precio sube ligeramente con el tamaño desde aproximadamente 1.200 a 1.400 €/m².

Introduction

The housing stock in our country behaves like a huge energy drain⁽¹⁾. In the EU, 40% of total energy consumption corresponds to buildings⁽²⁾. This fact, in an environment of strong emission limitation of greenhouse gases, implies that the challenge is unavoidable⁽³⁾.

By the end of 2020 (2018 for buildings occupied and owned by public authorities), all new buildings must comply with the European Directive 2010/31/EU and achieve levels of performance as "nearly zero energy buildings (NZEB)" using innovative and cost-optimized technologies, and integrating renewable energy on-site or near the building.

Each country defines the NZEB concept and Spain must decide its own definition by the different deadlines that have been set: 2015, 2018 and 2020. As for the indicators to be used, there are different opinions. Some sources⁽⁴⁾ propose the following three indicators: limitation of demand, minimum contribution of renewable energy and limitation of primary energy.

Collective dwellings represent a very high percentage, and therefore their intervention would imply a great energy saving. In this paper a relevant case of collective housing is studied in a little sunny climate zone (D1), located in the centre of a town in the central Asturian coalfield. The goal is to design a NZEB building at a price compatible with the market in that area (mining towns affected by the current economic depression).

Socio-economic environment and climate

Socio-economic study

The population in 2013 was 43,070 inhabitants. The total active population in 2014 was 11,358 people, with an average gross salary of € 1,960.60 / month. The average number of people per household is 2.58. The profile of the homebuyer is the group between 30 and 50 years.

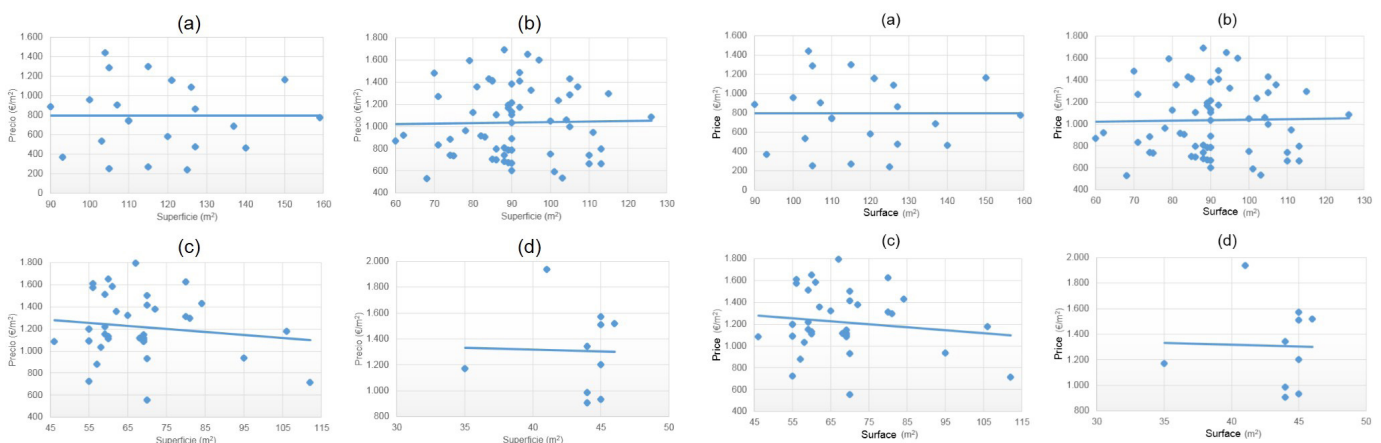
Fig. 1 shows data from three real-estate agencies, relating the price per m² with the dwelling surface, for housings of 4, 3, 2 and 1 bedrooms. For homes of 3 bedrooms, the largest concentration corresponds to surfaces of 65 to 90 m² and the price increases with the size from 1,000 to 1,200 €/m². The dwellings of 2 bedrooms have between 52 and 67 m² and their prices rise slightly with their size from about 1,200 to 1,400 €/m².

Climate

The climate is temperate oceanic, with abundant rainfall and mild temperatures in both winter and summer. Due to

Fig. 1. Precio de mercado en la zona: (a) 4 habitaciones; (b) 3 habitaciones; (c) 2 habitaciones; (d) 1 habitación (Elaboración propia; 2015).

Market price in the area: (a) 4 bedrooms; (b) 3 bedrooms; (c) 2 bedrooms; (d) 1 bedroom (Own elaboration; 2015).



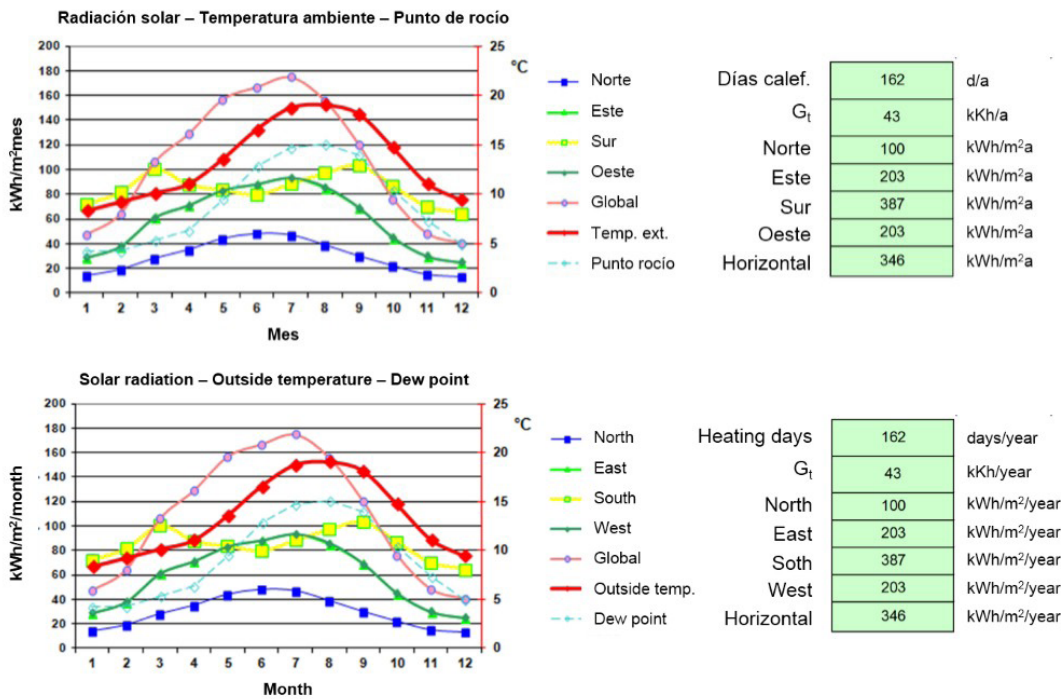


Fig. 2. Datos climáticos (Elaboración propia; 2015).
Climatic data (Own elaboration; 2015).

Clima

El clima del lugar es oceánico templado, con precipitaciones abundantes y temperaturas suaves tanto en invierno como en verano. Por lo abrupto de la geografía, hay infinidad de microclimas. La temperatura media es de 8 °C en invierno y de 19 °C en verano. Los datos climáticos han considerado tres fuentes: base de datos del PHPP⁽⁷⁾ para Oviedo (situada a 339 m de altitud), cambiando el emplazamiento a 219 m, y obteniendo los datos mostrados en la Fig. 2; Meteonorm⁽⁵⁾; y valores históricos de años recientes.

Morfología y distribución del edificio

El solar tiene una superficie de 737,43 m², con dos fachadas de 28,75 m y una profundidad de medianeras de 25,65 m. Se encuentra calificado como Suelo Urbano, de Manzana Cerrada Grado 1. No se fija ninguna clase de alineación interior, siendo la alineación exterior la correspondiente a la acera por ambas fachadas.

Por restricciones urbanísticas, la altura máxima es de 5 plantas por una de las calles y de 6 por la otra. Se ha planteado una franja central de 6,10 metros de fondo, en la que se suceden 3 patios, entre los que se intercalan las cajas de escalera. Por encima de la altura se ha planteado la ejecución de áticos retirados 3 m de la alineación oficial de fachada. Las infografías de la Fig. 3 muestran las dos fachadas principales del edificio EECN proyectado.

La Fig. 4 (a) representa el modelo 3D para cálculos térmicos. Se ha estudiado el soleamiento del edificio y se han generado diagramas de recorridos solares 3D, acordes con la ubicación geográfica. Para ello, se han introducido datos climáticos específicos de la localidad, obtenidos de Meteonorm⁽⁵⁾ y se han representado en 3D el edificio considerado y los colindantes (para considerar los sombreados que proyectan sobre él). La Fig. 4 (b) muestra el diagrama solar de un día de invierno. Resulta muy útil para visualizar los recorridos aparentes del sol a lo largo del año y la forma en que la radiación solar incide sobre el edificio. La mala orientación al sol de las fachadas (noreste y suroeste), lleva a proyectar patios interiores que permitan la doble orientación y que faciliten además una ventilación cruzada que evite sobrecalentamiento en

the abrupt geography, there are countless microclimates. The average temperature is 8 °C in winter and 19 °C in summer. Climatic data come from three sources: PHPP database⁽⁷⁾ for Oviedo (changing its actual altitude of 339 meters above sea level to the 219 m of the building site), what produces the data shown in Fig. 2; Meteonorm⁽⁵⁾; and historical values of recent years.

Morphology and distribution of the building

The plot has an area of 737.43 m², with two facades of 28.75 m and a depth of 25.65 m between party walls. It is classified as urban land, closed block of houses, grade 1. There are no restrictions on internal alignment; the outer alignment must be that of the sidewalk on both fronts.



Fig. 3. Aspecto de las fachadas principales del edificio EECN proyectado (Elaboración propia; 2015).
Appearance of the two main facades of the projected NZEB building (Own elaboration; 2015).

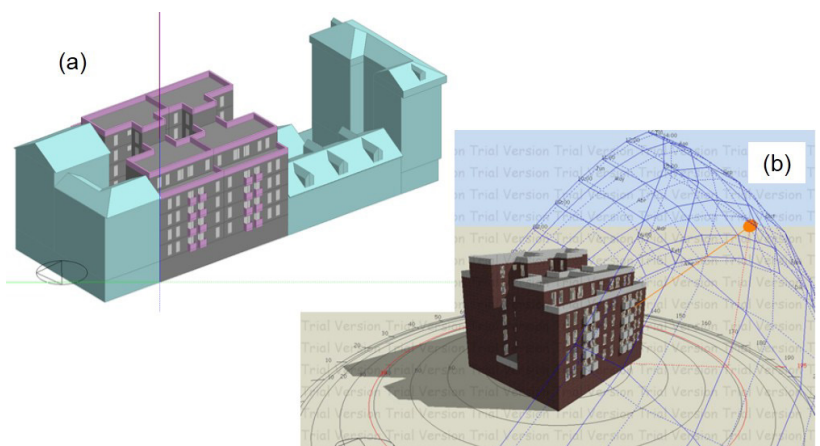


Fig. 4. Definición del edificio: (a) modelo 3D para cálculos térmicos; (b) diagrama solar de un día de invierno (Elaboración propia; 2015).
Definition of the building: (a) 3D model for thermal calculations; (b) solar diagram of a winter day (Own elaboration; 2015).

temporada estival.

Las plantas primera a cuarta tienen 8 viviendas cada una (6 de 2 dormitorios y 2 de 1 dormitorio). La quinta planta tiene 8 viviendas-áticos. La sexta planta dispone de 2 áticos de 3 dormitorios. El número total de viviendas es de 42. En todas ellas se diseñan sistemas de sombreado de los huecos. El cuadro de superficies de la Tabla 1 resume la distribución para uso residencial y comercial.

Tipo	Unidades	Superficie Útil (m ²)	Superficie construida (m ²)
Viviendas ⁽¹⁾	42	2.352,50	3.547,21
Locales	1	419,22	439,27
Aparcamientos y zonas comunes	48	1.683,86	1.995,23
Trasteros	42	265,78	301,05
TOTAL		4.721,36	6.282,76

Tabla 1: Cuadro de superficies del edificio EECN (Elaboración propia; 2015)

La Tabla 2 muestra datos de los seis tipos de viviendas: la mayoría son de 2 dormitorios (26 unidades de unos 75 m²); un tercio son de 1 dormitorio (14 unidades de unos 52 m²). La Fig. 5 muestra la distribución de una vivienda de 3 dormitorios (2 unidades).

Tipología	n° hab.	m2	cant.
A	2	73,7	18
B	1	54,7	10
C	2	77,2	8
D	1	51,4	2
E	3	87,8	2
F	1	51,4	2
Total / media	1,7	68,4	42

Tabla 2: Diferentes topologías del edificio EECN (Elaboración propia; 2015)

Definición de cerramientos y sistemas térmicos

Cerramientos

Al no existir aún una definición del concepto EECN, en este proyecto se considera como tal aquél que obtenga una calificación energética A (según el CTE 2013) en los tres apartados siguientes: demanda de calefacción y

Because of urban planning restrictions, the maximum height is 5 floors on one of the streets and 6 on the other. A central strip of 6.10 meters deep contain 3 patios, among which the stairwells are placed. The project includes penthouses at the top of the building, being the attics set back 3 meters on the official line of the facade. Infographics of Fig. 3 show the two main facades of the projected NZEB building.

Fig. 4 (a) shows the 3D model for thermal calculations. The sun exposure of the building was studied and 3D sunpath diagrams for the site geographic location were generated. For this purpose, site-specific climate data obtained from Meteonom⁽⁵⁾ were used. The 3D model comprises both the NZEB and the surrounding buildings (to consider the shadows they project on the NZEB). Fig. 4 (b) shows the solar diagram of a winter day. It is very useful to display the apparent paths of the sun throughout the year and how solar radiation strikes the building. Poor orientation to the sun of the façades (northeast and southwest) leads to project courtyards that allow dual orientation and also provide cross ventilation to avoid overheating in summer.

The first four floors have 8 apartments each (6 units of 2 bedrooms and 2 units of 1 bedroom). The fifth floor has 8 apartments-penthouses. The sixth floor has 2 penthouses of 3 bedrooms. The total number of dwellings is 42 (all of them provided with shading systems). Table 1 gives usable and constructed surface areas for the different residential and commercial uses of the building.

Type	Units	Usable Area (m ²)	Constructed area (m ²)
Housings ⁽¹⁾	42	2.352,50	3.547,21
Comercial premises	1	419,22	439,27
Parking and common areas	48	1.683,86	1.995,23
Storeroom	42	265,78	301,05
TOTAL		4.721,36	6.282,76

Table 1: Usable and constructed surface areas of the NZEB building (Own elaboration; 2015)

Table 2 shows data for the six types of housings: most of them have 2 bedrooms (26 units of about 75 m²); one third are 1 bedroom dwellings (14 units of about 52 m²). Fig. 5 shows the distribution of a 3-bedroom home (2 units).

Fig. 5. Distribución de una vivienda tipo de 3 dormitorios (Elaboración propia; 2015).

Distribution of a 3-bedroom home (Own elaboration; 2015).



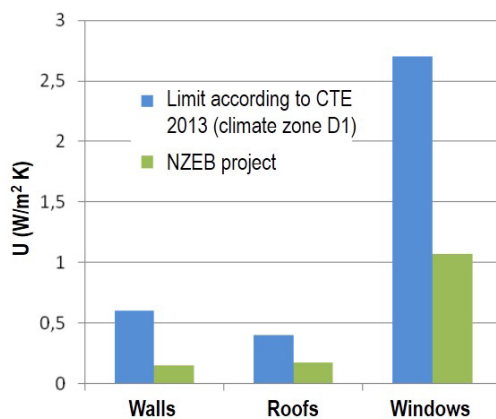
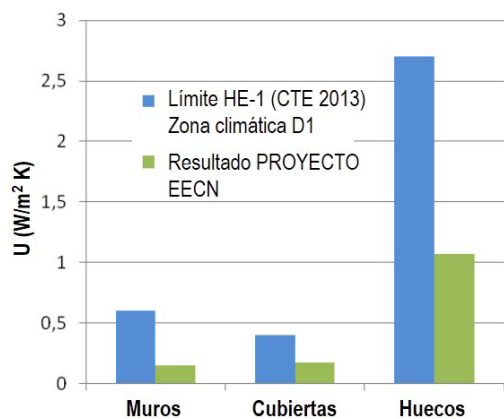


Fig. 6. Transmitancias térmicas de un edificio CTE 2013 y del edificio EEEN (Elaboración propia; 2015).

Thermal transmittances of a CTE 2013 building and a NZEB building (Own elaboration; 2015).

ACS, emisiones de CO₂ de calefacción y ACS y consumo de energía primaria total. Los cálculos para definir los cerramientos y los sistemas térmicos se realizan con la herramienta Passive House Planning Package (PHPP) [7], modificada para las condiciones de cálculo españolas. Los sistemas finales resultantes, junto con el diseño de la envolvente, se han sometido también a calificación energética usando CERMA [8], ya que ha de alcanzarse la calificación A en los tres apartados.

Se ha diseñado un edificio compacto, con buena calidad en las carpinterías y los vidrios, continuidad del aislamiento térmico en toda la envolvente y minimización de los puentes térmicos mediante aislamiento por el exterior. Los cerramientos empleados mejoran sustancialmente los valores límite fijados por el CTE 2013 para las transmitancias térmicas en la zona D1: para los muros exteriores, $U=0,15 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$, un 75% más baja que el límite; para la cubierta, $U=0,17 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$, que mejora en un 57,5% el límite; y para el suelo de la primera planta, forjado sobre locales comerciales, $U=0,149 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$. Los muros con medianeras y con espacios no habitables se han proyectado con $U=0,43 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$.

Para obtener estos valores, se ha planteado aislamiento con SATE-EPS de 160 mm en los muros exteriores, más 50 mm de lana mineral en el trasdosado interior. En cuanto a la cubierta, se prevé aislar con XPS de 180 mm. En el forjado sobre locales comerciales se prevé aislamiento con EPS de 160 mm; en este cerramiento, en el propio forjado, se introduce también EPS en el entrevigado. La inercia térmica se consigue utilizando bloque de termoarcilla de 160 mm en las fachadas exteriores y en los muros medianeros.

Respecto a los huecos transparentes, se utilizan carpinterías de alto aislamiento, con rotura de puente térmico y tres cámaras, con $U=1,2 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$, junto con vidrios dobles con cámara de argón (90%) y bajo emisivo, con $U=1,1 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$. Con todo ello, resulta una $U=1,07 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$, que mejora un 39,6% el límite. La permeabilidad al aire de diseño es de 3 m³/h m², que mejora en un 88,9 % el valor límite. Estos resultados se expresan de forma gráfica en la Fig. 6.

La hermeticidad al aire se resuelve de manera continua por el interior, sobre el cerramiento de termoarcilla, mediante una capa de yeso de espesor 10 mm. Para evitar su rotura, se proyecta un trasdosado interior de 50 mm para el paso de las instalaciones de las viviendas. Se realizará en obra un test de Blower Door para garantizar el nivel de estanqueidad de las viviendas.

Balances térmicos

La Fig. 7 muestra en balance energético del edificio para el periodo de invierno:

Tipology	rooms	m2	units
A	2	73,7	18
B	1	54,7	10
C	2	77,2	8
D	1	51,4	2
E	3	87,8	2
F	1	51,4	2
Total / average	1,7	68,4	42

Table 2: Different housing typologies of the NZEB building (Own elaboration; 2015)

Definition of envelope and thermal systems

Building envelope

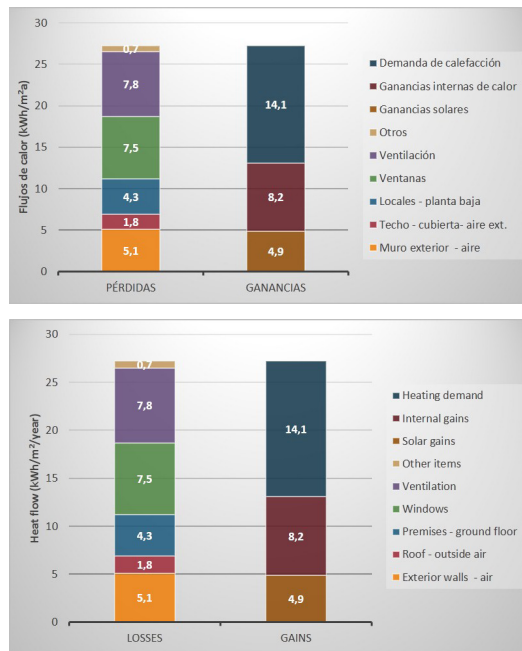
As the definition of the NZEB concept has not been yet established, this project considers as such that building with an energy rating of A (according to the Spanish Building Technical Code CTE 2013) in the following three categories: demand for heating and hot water, CO₂ emissions from heating and hot water and total primary energy consumption. Calculations to define the envelope and the thermal systems are made with the Passive House Planning Package (PHPP)⁽⁷⁾, modified for Spanish conditions calculation. The resulting end systems, along with the design of the envelope, have also undergone energy rating using CERMA⁽⁸⁾, since rating A is to be achieved in the three aforementioned categories.

A compact building has been designed, with good quality in the window glazing, insulation continuity throughout the enclosure and minimization of thermal bridges through insulation by the outside. The designed envelope substantially improves the limit values set by the CTE 2013 for thermal transmittance in the climate zone D1: for the outer walls, $U=0.15 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$, 75% lower than the limit; for the roof, $U=0.17 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$, which means an improvement of 57.5% respect to the limit; for the floor of the first storey (the bottom of the envelope, placed over the commercial premises), $U=0.149 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$. The party walls and the walls of no living spaces have been designed with $U=0.43 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$.

To obtain these values, the outer walls will have an external thermal insulation system of 160 mm of EPS, plus 50 mm mineral wool inside the cladding. Regarding the roof, isolation will be 180 mm of XPS. The insulation between the floor of the first storey and the commercial premises will be 160 mm of EPS; in this floor, EPS is also introduced in the slab itself, between the joists. The thermal inertia is achieved using thermal clay block of 160 mm in the outer walls and the party walls.

Fig. 7. Balance energético del edificio EECN para el periodo de invierno (Elaboración propia; 2015).

Energy balance of the building for the winter period (Own elaboration; 2015).



- Pérdidas por transmisión: -19 kWh/m²a.
- Pérdidas por ventilación: -7,8 kWh/m²a.
- Ganancias solares (radiación solar): +4,9 kWh/m²a (penalizadas por la orientación del solar).
- Ganancias internas (personas, ordenadores, etc.): +8,2 kWh/m²a.
- La diferencia entre ganancias y pérdidas da la demanda de calefacción: 14,1 kWh/m²a.

Sistemas térmicos

El balance térmico anual permite definir los sistemas térmicos:

- Demanda de calefacción: 14,1 kWh/m²a; potencia de calefacción: 10 W/m².
- Demanda de refrigeración: 2 kWh/m²a; potencia de refrigeración: 6 W/m² (que no se consideran en la zona D1).
- Demanda específica del sistema de ACS y distribución: 13,8 kWh/m²a; potencia ACS: 12,1 kW.

Para atender a la calefacción y al ACS, se optó por una caldera de biomasa (Asturias es productor de pellets), de potencia nominal 13,9÷48,0 kW y rendimiento 0,85. La calefacción es por suelo radiante, para aprovechar la inercia de los forjados y de los propios materiales de acumulación incluidos en el suelo radiante.

El ACS se apoya con paneles solares térmicos (118 m²), situados en el espacio libre de la azotea de la planta sexta. Con estos paneles se calcula una cobertura de ACS con energía solar en torno al 60%.

Para mejorar la calidad del aire y el confort térmico, se emplea ventilación controlada de doble flujo, con un sistema de recuperación de calor de alto rendimiento.

Calificación energética

La limitación de la demanda es el aspecto clave en un edificio EECN. Como muestra la Tabla 3, se han obtenido unas disminuciones sustanciales de las demandas con respecto a los límites (ya exigentes) del documento HE-1 del nuevo código CTE 2013 (límites calculados para la zona climática D1): mejora del 49,3% en la demanda de

Regarding the windows, they have high insulation level frames with thermal break and three cameras, with U=1.2 W/m² °C, and double glazing with argon chamber (90%) and low emission, with U=1.1 W/m² °C. The overall transmittance is U=1.07 W/m² °C, which improves the limit in 39,6%. Air permeability is 3 m³/h m², with a reduction of 88,9% with respect to the limit value. These results are shown graphically in Fig. 6.

Air tightness is achieved by a layer of plaster 10 mm thick, that forms a continuous sheathing on the internal side of the thermal clay wall. To avoid its breakage, the plasterboard panelling leaves a 50 mm cavity for the passage of piping and cables. A Blower Door test will be performed on site to ensure the level of tightness of the housing.

Heat balances

Fig. 7 shows the energy balance of the building for the winter period:

- Transmission losses: -19 kWh/m²/year.
- Losses by ventilation -7,8 kWh/m²/year.
- Solar Gains (solar radiation): +4,9 kWh/m²/year (penalized by the orientation of the sun).
- Internal Gains (people, computers, etc.): +8,2 kWh/m²/year.
- The difference between losses and gains gives the heating demand: 14,1 kWh/m²/year.

Thermal systems

The annual heat balance is used to define the thermal systems:

- Heating demand: 14.1 kWh/m²/year; heating system power: 10 W/m².
- Cooling demand: 2 kWh/m²/year; cooling system power: 6 W/m² (cooling is not considered in the climate zone D1).
- Specific demand of the hot water system: 13.8 kWh/m²/year; hot water system power: 12.1 kW.

To meet the requirements of heating and hot water, a biomass boiler was chosen (Asturias is a producer of pellets); its nominal power is 13,9÷48,0 kW and it has 85% efficiency. The heating is underfloor, to take advantage of the inertia of the slabs and the heat-storing materials included in the floors.

The hot water system is supported with solar panels (118 m²), located in the free space of the roof on the sixth floor. With these panels, the hot water demand coverage using solar energy is estimated to be around 60%.

To improve air quality and thermal comfort, a controlled double flow ventilation system is used, provided with a high performance heat recovery system.

Energy rating

Limiting demand is the key aspect to achieve a NZEB building. Table 3 shows the results of the project concerning the substantial reductions obtained with respect to the limits (already highly restrictive) of Document HE-1 of the new code CTE 2013 (limits calculated for the climate zone D1): improvement of 49,3% in the heating demand, 93,3% in the cooling demand and 60,2% in the primary energy. The resulting rating using CERMA⁽⁶⁾ is "A" for each of the three indicators that have been chosen to judge if the building can

calefacción, del 93,3 % en la demanda de refrigeración y del 60,2% en la energía primaria. La calificación final usando CERMA [8] es "A" en los tres apartados que se valoran para considerar el edificio EECN: demanda de calefacción (14,1 kWh/m²a), consumo de energía primaria (24,37 kWh/m²a) y emisiones globales (1,01 kgCO₂/m²a).

Limitación de la demanda energética	Límite s/ CTE 2013	Resultado Proyecto EECN	% de mejora.
Demanda de calefacción [kWh/m ² a]	27,8	14,1	49,3%
Demanda de refrigeración [kWh/m ² a]	15,0	1,0	93,3%
Energía primaria [kWh/m ² a]	61,16	24,37	60,2%

Tabla 3: Mejora de la demanda energética del edificio EECN respecto al CTE 2013 (Elaboración propia; 2015)

Estudio de viabilidad

Para la justificación técnico-económica se ha valorado un edificio de referencia, diseñado de forma "convencional" para cumplir el CTE 2013⁽⁶⁾, con precios de mercado actualizados, añadiéndole luego el sobreprecio de cada mejora energética para conseguir un edificio EECN, y sumándole también una serie de extras para conferir al inmueble un valor añadido a base de soluciones novedosas (Tabla 4).

Capítulos	Precio (€/m ² construido)
Edificio CTE	1.100,00
Mejora Envoltente	75,54
Mejora Sistemas	72,01
Mejora Telegestión	21,91
Edificio EECN	1.269,46

Tabla 4: Precio del edificio convencional (CTE 2013) y del mejorado (EECN) (Elaboración propia; 2015)

El sobreprecio por las mejoras EECN es de un 15,4%. La inversión en mejoras es de 14.312 € por vivienda. Si se financia ampliando la hipoteca del piso, la cuota anual a pagar por las mejoras será de 557,79 €, en dinero constante de 2015, suponiendo un préstamo al 3% de interés nominal, deflactado considerando un IPC del 1,94% (la media de los últimos 10 años).

Para estudiar la rentabilidad económica de tal inversión, hay que cuantificar (en kWh y en €) el ahorro energético. Se compara el edificio EECN (con biomasa) con cuatro edificios convencionales, según que cumplan el CTE 2013 o el CTE 2007 y que consuman electricidad o gas natural (Tabla 5). Cumpliendo el CTE 2013 estrictamente (demanda de calefacción más refrigeración: 27,85 kWh/m²a) se estudian dos supuestos: en uno, se cubre con solar el 50% de la demanda de ACS y el resto y la calefacción se cubren con electricidad; en el otro, se cubre con solar el 30% y el resto y la calefacción se cubren con una caldera de gas natural de baja temperatura. Cumpliendo el CTE 2007, se estudian también dos supuestos: en ambos la cobertura solar es el 30% y el resto de las necesidades de ACS y las de calefacción se cubren con electricidad, en un caso, y con caldera de gas de baja temperatura, en el otro.

Los resultados del gasto de energía para los cinco edificios y el primer año se muestran en la Tabla 5. Para poder extrapolar el gasto energético en años sucesivos, se ha calculado la subida media anual de las diversas fuentes de energía en los últimos 10 años, una vez deflactadas (para

be considered as NZEB: heating demand (14.1 kWh/m²/year), primary energy consumption (24.37 kWh/m²/year) and global emissions (1.01 kgCO₂/m²/year).

Limitation of the energy demand	Limit according to CTE 2013	NZEB project result	Improvement %
Heating demand [kWh/m ² /year]	27,8	14,1	49,3%
Cooling demand [kWh/m ² /year]	15,0	1,0	93,3%
Primary energy consumption [kWh/m ² /year]	61,16	24,37	60,2%

Table 3: Improvement of the energy demand of the NZEB building with respect to the limits of code CTE 2013. (Own elaboration; 2015)

Feasibility study

A technical-economic evaluation was carried out by budgeting a reference building (at current market prices), designed in a "conventional" way for the strictly fulfilment of requirements of the code CTE 2013⁽⁶⁾ and adding afterwards to this budget the prices of the different energy improvements for achieving a NZEB building, as well as the prices of some extras incorporated for giving the property an added value based on innovative solutions (Table 4).

Item	Price (€/m ² constructed area)
CTE building	1.100,00
Improvement of the envelope	75,54
Improvement of the thermal systems	72,01
Improvement of the remote management	21,91
NZEB building	1.269,46

Table 4: Prices of the conventional building (CTE 2013) and the improved one (NZEB) (Own elaboration; 2015)

The surcharge for the NZEB improvements is 15.4%. The investment in improvements is € 14,312 per household. If this investment is financed by extending the mortgage on the housing, the annual bank fee for improvements will be € 557.79, expressed in money referred to year 2015, assuming a loan at 3% nominal interest rate and an inflation annual rate of 1.94% (the average of the last 10 years).

To study the economic profitability of such an investment, it is necessary to quantify (in kWh and €) the energy saving. The NZEB building (powered by biomass) is compared with four conventional buildings that meet the codes CTE 2013 or CTE 2007 and consume electricity or natural gas (Table 5). Strictly complying with CTE 2013 (heating plus cooling demand: 27.85 kWh/m²/year) two cases are studied: one has a solar coverage of 50% of the demand for hot water and heating, being the rest covered with electricity; the other has a solar coverage of 30%, being the rest covered by a natural gas low temperature boiler. Fulfilling the code CTE 2007 two cases are also studied: solar coverage is 30% in both, being the rest of the needs of hot water and heating covered by electricity, in one case, and by a natural gas low temperature boiler, in the other.

The results of energy expenditure in the first year for the five buildings are shown in Table 5. In order to extrapolate the energy expenditure in subsequent years, a calculation has been carried out to estimate the average annual price rise of the various sources of energy in the last 10 years,

Zona climática: D1 Climate zone: D1	EECN (biomasa) NZEB (biomass)	CTE 2013 (electricidad) (electricity)	CTE 2013 (gas)	CTE 2007 (electricidad) (electricity)	CTE 2007 (gas)
Demanda calefacción (kWh/m2a) Heating demand (kWh/m2/year)	14.11	27.85	27.85	106.43	106.43
Demanda ACS (kWh/m2a) Hot water demand (kWh/m2/year)	13.80	13.80	13.80	13.80	13.80
Contribución solar al ACS (%) Hot water solar coverage (%)	60	50	30	30	30
Demanda ACS a cubrir (kWh/m2a) Net hot water demand (kWh/m2/year)	5.52	6.90	9.66	9.66	9.66
Demanda total a cubrir (kWh/m2a) Net total demand (kWh/m2/year)	19.63	34.75	37.51	116.09	116.09
Rendimiento del sistema (%) System efficiency (%)	85	100	90	100	90
Consumo de energía (kWh/m2a) Energy consumption (kWh/m2/year)	23.09	34.75	41.68	116.09	128.99
Costo variable energía (c€/kWh) Variable cost of energy (c€/kWh)	4.831	13.90	6.18	13.90	6.18
Costo fijo energía (€/año) Fixed cost of energy (€/year)	0.000	546.50	147.01	546.50	147.01
Superficie útil media vivienda (m2) Average usable area of housing (m2)	56.01	56.01	56.01	56.01	56.01
Gasto energía 2015 (€/año) Energy expenditure in 2015 (€/year)	62.49	817.02	291.17	1,450.25	593.16

Tabla 5: Gasto energético del edificio mejorado (EECN) y de cuatro edificios convencionales (CTE) (Elaboración propia; 2015)

Table 5. Energy expenditure of the improved building (NZEB) and four conventional buildings (CTE) (Own elaboration; 2015)

referir siempre el dinero al año 2015), resultando un 1,75% para la biomasa, un 2,87% para la electricidad y un 3,92% para el gas natural.

Con estos datos (gasto energético de cada caso y cuota para financiar las mejoras EECN), se han confeccionado dos gráficos (Fig. 8) que representan el gasto acumulado en energía (más la cuota anual a pagar por las mejoras, en el caso del edificio EECN) durante la vida de la vivienda (50 años, como mínimo, según el CTE) y que permiten evaluar el elevado ahorro económico del EECN con respecto a las restantes opciones CTE. La Fig. 8 (a) compara el EECN con el CTE 2013 (electr.) y el CTE 2013 (gas); la Fig. 8 (b) compara el EECN con el CTE 2007 (electr.) y el CTE 2007 (gas).

Los edificios alimentados eléctricamente en sus consumos térmicos tienen gastos acumulados siempre crecientes y mucho mayores que el EECN, siendo los gastos mucho más altos para el caso CTE 2007, debido a que la demanda de este edificio es mucho mayor. Los edificios que alimentan sus consumos térmicos con calderas de gas de baja temperatura tienen gastos acumulados mucho menores que los edificios que se alimentan eléctricamente en sus consumos térmicos, incluso aunque el edificio no sea tan eficiente y se haya diseñado acorde al CTE 2007. En la comparación con los edificios convencionales alimentados con gas, se observa que el ahorro del EECN no empieza a generarse hasta que su curva se cruza con la del CTE 2007 (a los 2 años) y la del CTE 2013 (a los 32 años). La curva del EECN tiene más gradiente durante la vida del préstamo (30 años), siendo luego muy tendida (por el bajo precio de la biomasa).

A lo largo de una vida tecnológica de 50 años, el ahorro acumulado por tener un edificio EECN es: 21.719 €, respecto al CTE 2013 (gas); 66.716 €, respecto al CTE 2007 (gas); 67.114 €, respecto al CTE 2013 (electr.); y 135.922 €, respecto al CTE 2007 (electr.).

Conclusiones

Los valores de demanda obtenidos muestran que el edificio resultante cumple los requisitos para ser EECN y que podría optar a ser una de las primeras viviendas colectivas que cuente con el Certificado Passivhaus en España.

El precio de venta es de 1.269 €/m², que podría ser competitivo, aunque la salida comercial de las viviendas está muy condicionada por la actual situación económica de la zona.

Además de calidad y confort, las mejoras energéticas del EECN ofrecen una elevada rentabilidad económica si se

once corrected by the inflation rate (in order to refer money to year 2015), resulting in a 1.75% for biomass, 2.87% for electricity and 3.92% for natural gas.

Two graphs (Fig. 8) have been made with these data (energy expenditure of each case, as well as bank fee to finance the NZEB improvements), to represent the accumulated energy expenditure (plus the annual fee to pay for the improvements, in the case of the NZEB building) during the life of the buildings (50 years at least, according to the CTE requirements) and to assess the high economic savings of the NZEB building regarding the CTE scenarios. Fig. 8 (a) compares the NZEB case with the CTE 2013 (electricity) and the CTE 2013 (gas); Fig. 8 (b) compares the NZEB case with the CTE 2007 (electricity) and the CTE 2007 (gas).

The buildings with the net heat demand covered by electricity have ever-increasing accumulated costs, which are much higher than those of the NZEB, especially in the CTE 2007 case, because the demand for this building is much higher. The accumulated expenses of the buildings that cover their heat demand with gas low temperature boilers are much lower than those of the buildings that cover this demand with electricity, even in the case CTE 2007, that corresponds to the less efficient building. The comparison of the NZEB with the conventional buildings fed by gas shows that the saving of the NZEB does not begin to be generated until its curve intersects those of CTE 2007 (at 2 years) and CTE 2013 (at 32 years). NZEB curve has more gradient at the beginning, over the life of the loan (30 years), being then almost horizontal (due to the low price of biomass).

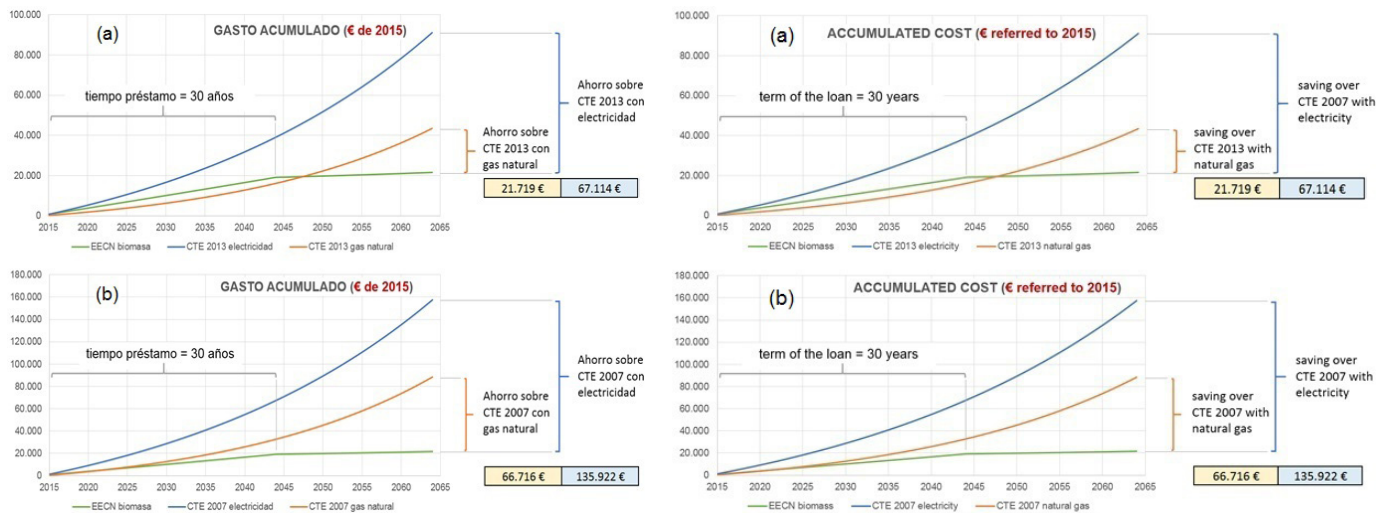
Over a technological life of 50 years, the accumulated savings by having a NZEB building are: € 21,719, if compared to 2013 CTE (gas); € 66,716, if compared to 2007 CTE (gas); € 67,114, if compared to CTE 2013 (electricity); and € 135,922, if compared to CTE 2007 (electricity).

Conclusions

The demand values obtained show that the resulting building meets the requirements for being an NZEB and that it could be eligible to be one of the first collective housings in Spain with a Passivhaus Certificate.

The selling price is 1,269 €/m², which could be competitive, although commercial success is strongly influenced by the current economic situation in the area.

In addition to quality and comfort, the energy improvements of the NZEB building offer high profitability when considering the entire life of the building, resulting in great



considera la vida útil del edificio, obteniéndose un gran ahorro con respecto a un edificio convencional que utilice fuentes no renovables, ahorro que, una vez amortizada la inversión en las mejoras, aún supone entre 1,5 y 9 veces el monto de dicha inversión, según el caso con el que se compare.

savings with respect to a conventional building using non-renewable sources. The savings, once amortized the investment on improvements, still account for between 1.5 and 9 times the amount of the investment, depending on the case with which it is compared.

Fig. 8. Ahorro económico del EEEN: (a) respecto a dos casos CTE 2013; (b) respecto a dos casos CTE 2007 (Elaboración propia; 2015).

Savings of the NZEB building with respect to: (a) two cases CTE 2013; (b) two cases CTE 2007 (Own elaboration; 2015).

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

- Grupo de Trabajo Construcción Sostenible de Fundación Entorno Empresa y Desarrollo Sostenible; "Por Activa y por Pasiva – Impulsar la Edificación de Alto rendimiento Energético"; 2009.
- Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council; "Energy Performance of Buildings (Recast)"; May 2010.
- EU Programme HORIZON 2020 on Research & Innovation; Challenge: Energy; Topic: Energy Efficiency; Area: A) Buildings and Consumers; "EE2 Programme – Buildings design for new highly energy performing buildings. 2014–2015".
- "Edificios de consumo de energía casi nulo: ¿ficción o realidad?"; Revista Inmueble 149; March 2015; pp 78–79.
- Meteonorm; "Irradiation data for every place on Earth"; Germany; sep-2014; <http://meteonorm.com>
- Ministerio de Fomento (Gobierno de España); "Código Técnico de la Edificación (CTE 2013)"; Spain; 2013; www.codigotecnico.org
- Passive House Institute; "Passive House Planning Package (PHPP)"; Darmstadt (Germany); sep-2014; <http://passiv.de/en>
- Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR); "Calificación Energética Residencial Método Abreviado (CERMA)"; Spain; dic-2013; <http://www.atecyr.org/eATECYR/cerma/cerma.php>

GURE HELBURUAK

- Energia, Eraginkortasun Energetikoan eta Ingurumenaren eremuko diziplina anitzeko profesionalak elkartzea.
- Kontzientziazio Energetikoa Bultzatzea.
- Teknologia Energetiko Berriken Difusioa Bultzatzea.
- Heziketan Laguntzea Optimizazio eremuko profesionalak sortuz.
- Aurrezkiaren eta Ingurune Energetikoaren Eraginkortasunean Sustapenean Jokatzeta.
- Talde Profesionalen eta/edo Enpresen, Garapen Ekonomikoan laguntzeko asmo indartsuarekin, Sektorera zerbitzatu eta errepresentatu.
- Eremu energetikoko Informazio eguneratua eskeini bere Bazkideei.
- Sektoreko Erreferente Instituzionala izatea.

KUDEATZAILE ENERGETIKOA

APROBASGE-ek kudeatzaile energetikoa profesional tekniko, enpresa instalatzaile edo ingeniartzako eta diseinuko enpresa bat bezala definitzen du, eta energia eta teknologiako diziplina guztietan formakuntza multidiziplinar bat konbinatuz, bere proiektuetan, zerbitzuetan eta instalazioetan zera aplika dezake, eraginkortasun energetikoko irizpideak, baita ere bere zerbitzu eta filosofiaren barruan dago ere aholku independente eta osoa bat.

EL GESTOR ENERGÉTICO

APROBASGE define al gestor energético como un profesional técnico, empresa instaladora o empresa de ingeniería y diseño que combinando una formación multidisciplinar en todas las disciplinas energéticas y tecnológicas aplica en sus proyectos, servicios o instalaciones, criterios de eficiencia energética y que integra dentro de sus servicios y filosofía un asesoramiento independiente e integral.

NUESTROS OBJETIVOS

- Agrupar profesionales multidisciplinares involucrados en el ámbito de la Energía, la Eficiencia Energética y el Medio Ambiente.
- Promover la Concienciación Energética.
- Promover la Difusión de Nuevas Tecnologías Energéticas.
- Colaborar en la Formación creando Profesionales en el ámbito de la Optimización.
- Actuar en la Promoción del Ahorro y la Eficiencia Energética Ambiental.
- Servir y Representar al Sector con el firme propósito de ayudar en el Desarrollo Económico del Colectivo Profesional y/o Empresa.
- Facilitar Información Actualizada en el ámbito energético a sus Asociados.
- Ser Referente Institucional en el sector.

Colabora en el Desarrollo y Promoción de:



e2know-how
gestión energética online

“Una Herramienta y una Solución para desarrollar el mayor de los sentidos, el Sentido Común, y aplicarlo a uno de nuestros mayores problemas: la Energía y su forma de Uso”

Se analizan y diagnostican más de 35 puntos críticos. Introduciendo los datos que la herramienta solicita en cada momento y siguiendo el método de evaluación establecido, muestra una imagen de la situación energética de cada apartado y de la globalidad de la instalación o edificio.



Diagnóstico de diversos campos relacionados con el consumo o coste energético.

Posiciona a un cliente frente a modelos similares y permite al elegir y definir la estrategia que mejor se adapte a los ahorros que se puedan alcanzar.

Diagnóstico energético de cualquier tipo de instalación y/o edificio.

Compendio de soluciones técnicas y/o tecnológicas valoradas económicamente.

Diagnóstico energético de cualquier sector de actividad.

Autogeneración de documentos comerciales y contractuales para facilitar la presentación y el cierre de las ofertas.



A través de sentido común, la experiencia y los métodos establecidos, es posible determinar si el estado de cada elemento se ajusta a los requerimientos establecidos, si es mejorable, si es deficiente o si no existen medidas correctoras o reductoras.

Indicadores de sostenibilidad ¿cómo convertir una herramienta técnica en una experiencia docente?

Sustainability indicators. How to transform a technical tool in an educational experience?

Vicente Iborra Pallarés¹, Iván Capdevila Castellanos¹, Julia Cervantes Corazzina², José Antonio Gras Iñigo³, Vicente Mora Manzanaro³

RESUMEN

En esta comunicación se presenta un proyecto de More Than Green que trata de evidenciar cómo nuestra vida diaria se ve afectada por la ciudad en la que vivimos. En él se convierten unos documentos tan valiosos, pero al mismo tiempo tan opacos para el público no especializado, como son los sistemas de indicadores de sostenibilidad, en una serie de historias gráficas. El fin último es crear una herramienta divulgativa, abierta al ciudadano y al uso libre por parte de educadores en experiencias docentes encaminadas a ampliar y difundir la sostenibilidad en el medio urbano.

Los indicadores de sostenibilidad urbana son una herramienta relativamente novedosa. Desde que apareciera el Plan Especial de Indicadores de la Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla, se han desarrollado en el contexto español numerosos sistemas de indicadores. Finalmente el Ministerio de Fomento y la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona han desarrollado un texto que muestra una clara vocación de convertirse en el documento de referencia en la materia para los próximos años: la Guía Metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano.

Tal y como decía el profesor José Fariña tras conocer hace años el trabajo desarrollado por Salvador Rueda en Sevilla "por fin nos encontramos ante números". Estos números, y los conceptos que llevan asociados, ofrecen a los técnicos una referencia para el diagnóstico y el proyecto de ciudad. Son herramientas valiosas para la evaluación de lo existente, el estudio comparado de barrios o la monitorización de lo ejecutado. Además permiten validar la sostenibilidad de un desarrollo urbano, ya que como ocurre tantas otras veces, se ha caído en la vulgarización de un término empleado para legitimar casi cualquier acción urbana.

En 2010 el Ministerio de Vivienda elaboró el Libro blanco de sostenibilidad en el planeamiento urbanístico español. En su decálogo hace hincapié en la necesidad de una participación ciudadana basada en la información y esto es precisamente lo que lleva haciendo desde 2010 More Than Green, tratar de acercar el conocimiento sobre la sostenibilidad urbana a un público no especializado.

Así cada uno de los artículos que componen la serie de artículos titulada Criterios de evaluación del urbanismo ecológico relata "historias corrientes" que podrían ocurrir en dos barrios de cualquiera de nuestras ciudades. Estas historias tratan de evidenciar la relación existente entre nuestra forma de vida, la ciudad en la ocurre y el desarrollo sostenible. Por tanto estas historias lo que tratan es de ejemplificar, con relatos sencillos, los conceptos que hay detrás de los indicadores, ofreciendo además pequeñas recetas, "números gordos", que todos podemos aplicar para conocer cuán sostenible somos nosotros y nuestras ciudades. Y para ello simplemente debemos caminar por la calle, mirar nuestro reloj, usar google maps, o revisar las facturas de suministros de nuestra vivienda.

Key words: Indicators, Dissemination, Network, Citizen, Information / Indicadores, Divulgación, Red, Ciudadano, Información.

More than green y los indicadores de sostenibilidad

"Primero imagina que vives en un barrio como éste (Fig.1)..."



Fig. 1. Imagen que ilustra un modelo de ciudad difusa, monofuncional, consumidora de recursos y segregada socialmente en el artículo sobre Ocupación del suelo. Ver en: <http://www.morethangreen.es/ocupacion-suelo-urbanismo-ecologico/>. More Than Green 2014.

Image that illustrates the urban model of a diffuse, monofunctional, resource consuming and socially segregated city, in the article titled Land use. See in: <http://www.morethangreen.es/en/land-use-ecological-urbanism/>. More Than Green 2014.

Tu casa (y la de todos tus vecinos) es un chalet con jardincito, un porche y garaje (aunque en la calle nunca hay problemas para aparcar). A tu lado vive un alemán que no sabe español y al otro unos vecinos nuevos (llegaron hace 3 meses) con los que sólo has cruzado un saludo. Si una tarde quieres ir a darte un baño a casa de tu amigo Roberto, que vive en la otra punta de la "urbanización", como puedes aparcar fácilmente en la puerta de su casa y te da pereza andar (porque, entre otras cosas, no te vas a encontrar con nadie), arrancas el coche y vas para allá. Tienes suerte de que Roberto viva en tu misma urbanización, porque para ver al resto de tus colegas, visitar a tus padres, ir de compras, o acercarte a un parque a hacer algo de deporte, te toca conducir un buen rato y posiblemente soportar algún atasco que otro.

Si por el contrario vives en un barrio que se parece a éste (Fig. 2), tus hábitos pueden ser muy diferentes...

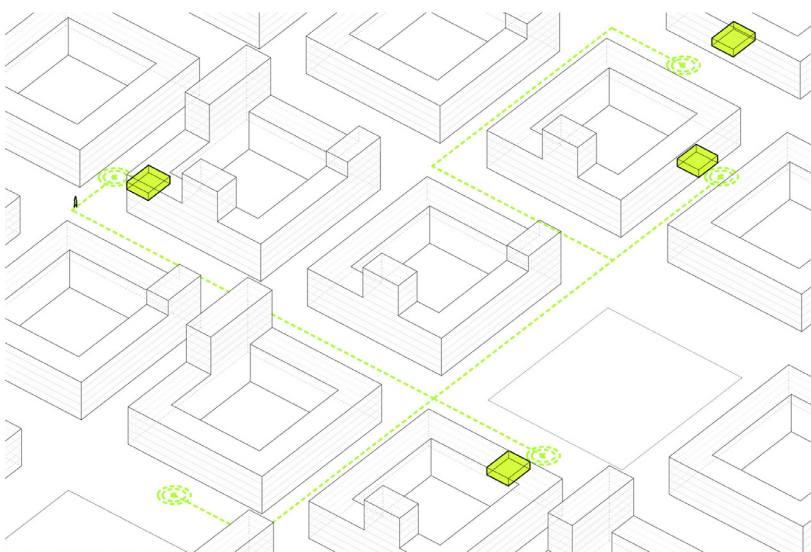


Fig. 2. Imagen que ilustra un modelo de ciudad compacta, compleja, eficiente y cohesionada socialmente en el artículo sobre Ocupación del suelo. Ver en: <http://www.morethangreen.es/ocupacion-suelo-urbanismo-ecologico/>. More Than Green 2014.

Image that illustrates the urban model of a compact, complex, efficient and socially cohesive city, in the article titled Land use. See in: <http://www.morethangreen.es/en/land-use-ecological-urbanism/>. More Than Green 2014.

More than green and sustainability indicators

"Let's imagine you live in a neighborhood as the one below (Fig. 1)..."

You live in a little house with a small garden, a garage and a porch, and so do your neighbors. You won't have any trouble either finding a parking spot on the street, of course. Right next to you live a German who can't speak Spanish and a new family that arrived three months ago and with whom you have barely said hello. It is 4 pm, and you'd like to visit your friend Roberto, who lives right on the other corner of your residential complex, for a swim. It is for certain that you may park outside his house and you would rather not take a walk, as you won't find anyone along the way. So you simply decide to take your car and head there. If you think about it, you're very lucky to have him so close because you need to drive for a while to visit the rest of your friends, your parents, go shopping or go to a park for a little run. And no matter what you do, you might be stuck in a traffic jam either way.

On the contrary, if you happen to be living in a neighborhood like the one below (Fig. 2), your daily routines can be completely different...

Let's imagine you live now in a "flat", as part of a city block and quite close to the city center. There's always a lot of people around and you know your neighbors because you see them every day, in the elevator or on the street (Let's leave the one from the 5th floor aside as you can't stand him). If you'd like to meet your friend Roberto who happens to live as far as before, you decide to go walking because you may stop on the way to do some shopping, collect your medical prescription from the pharmacy, buy bread and those little muffins you love from the small bakery on the street behind, pay a visit to your parents... All of this, as long as your cousin Ramon doesn't find you first. He lives next door, and he always convinces you to do any other thing but the one you have already planned."

So this is how begins the first of the graphic stories that make up the series of articles entitled *Assessment Criteria for an Ecological Urbanism: Measurement Tools for a Mediterranean Sustainable Urban Model*, which is being published in *More Than Green* (www.morethangreen.es) and is the object of analysis of this communication. *More Than Green* was born in 2010 as a project by PLAYstudio (Vicente Iborra + Iván Capdevila) in order to create a platform of practitioners and academicians capable to develop a knowledge tool on sustainability in the urban environment and necessarily addressed to a general public. For it understands that it is not enough that the scientific community is aware of the problems linked to sustainability, but it must reach specially those alien to it, in line with the statement by *Libro blanco de la sostenibilidad en el planeamiento urbanístico español*⁽¹⁾. It is for this reason that from *More Than Green* we consider necessary to change the message format.

The basic theory of communication tells us that a receiver is able to decode the message of an issuer only if he knows the code used for its production. Most of the information about sustainability in urban areas that can be found on the web today is made up of texts, whose extent and terminology keep those who would be potential recipients of the message away. That is why many of the contents of *More Than Green*, especially the good examples shown in posts, use multimedia formats. With this we do not intend to vulgarize the issue, but to give the opportunity to each reader to find the information that interests him in the most

Aquí vives en un "piso" de un edificio, dentro de una manzana, en una zona más o menos céntrica de tu ciudad. En él vive bastante gente, conoces a tus vecinos porque te los cruzas todos los días en el ascensor o por la calle (aunque con el del quinto no te hablas porque es un gil...as). Si quieres ir a ver a Roberto prefieres ir andando porque, aunque está igual de lejos que en el caso anterior, por el camino puedes pasar por la farmacia a comprar lo que te recetó el médico, recoger el pan y unas magdalenas en la panadería de la calle de atrás, pasar a ver a tus padres, y después ir con los niños a jugar un rato al fútbol en el parque... y todo esto si no te encuentras a tu primo Ramón, que vive al lado, y siempre que te ve te lía para hacer algo."

Así comienza la primera de las historias gráficas que componen la serie de artículos titulada *Criterios de Evaluación del Urbanismo Ecológico. Herramientas de Medición para un Modelo Urbano Mediterráneo Sostenible*, que está siendo publicada en *More Than Green* (www.morethangreen.es) y que es el objeto de análisis de esta comunicación. *More Than Green / Más Que Verde* nació en 2010 como un proyecto de PLAYstudio (Vicente Iborra + Iván Capdevila) con el objetivo de crear una plataforma de profesionales y académicos capaces de desarrollar una herramienta de conocimiento en materia de sostenibilidad en el medio urbano dirigida necesariamente a un público general. Para ello entiende que no es suficiente con que la comunidad científica sea consciente de la problemática vinculada a la sostenibilidad, sino que ésta debe alcanzar a los profanos en la materia, en la línea de lo expresado por el *Libro blanco de la sostenibilidad en el planeamiento urbanístico español*⁽¹⁾. Es por esto por lo que desde *More Than Green* entendemos que para ejercer esta labor divulgativa es necesario un cambio en el formato del mensaje.

La teoría básica de la comunicación nos dice que para que un receptor sea capaz de descifrar el mensaje de un emisor, éste debe conocer el código empleado para la producción del mismo. La mayoría de la información referente a la sostenibilidad en el medio urbano que podemos encontrar en la web hoy en día está compuesta por textos, cuya extensión y terminología los alejan de los que deberían ser potenciales receptores del mensaje. Es por esto que muchos de los contenidos de *More Than Green*, especialmente los buenos ejemplos mostrados en formato post, emplean formatos multimedia. Con ello no pretendemos vulgarizar la cuestión, sino dar la oportunidad a cada lector de encontrar la información que le interese en el formato más adecuado para él, y es precisamente aquí donde se inserta la serie de artículos que presentamos aquí.

Sabemos que los sistemas de indicadores de sostenibilidad se han convertido en una herramienta poderosa para afrontar la cuestión urbana, pero al mismo tiempo son el ejemplo perfecto de lo comentado anteriormente: se trata de documentos dirigidos exclusivamente a técnicos e investigadores, debido a las herramientas informáticas necesarias para su aplicación y al formato en que se presentan: textos de gran extensión y terminología inabarcable para el profano. Es así como los Criterios de Evaluación del Urbanismo Ecológico. Herramientas de Medición para un Modelo Urbano Mediterráneo Sostenible pretende convertirse en una herramienta capaz de mediar en esta situación, tratando de establecer un vínculo entre estos sistemas de indicadores⁽²⁾, los profesionales que los aplican, y el público en general. Y todo ello debido a que reconocemos el potencial de estas herramientas para transmitir de forma intuitiva algunos valores de referencia capaces de describir características propias de una ciudad "compacta en su morfología, compleja en su organización,

appropriate format for it, and it is here where the series of articles presented here make sense.

We know that the systems of sustainability indicators have become a powerful tool to address urban issues, but at the same time are the perfect example of what mentioned above: these documents are usually aimed only at technicians and researchers, due to both the computer tools necessary for its implementation and the format in which they are presented: texts of great extension and incomprehensible terminology to a general audience. This is how the *Assessment Criteria for an Ecological Urbanism: Measurement Tools for a Mediterranean Sustainable Urban Model* aims to become a capable tool of mediating in this situation, trying to establish a link between these systems of indicators⁽²⁾, the professionals who apply them, and the general public. And all this because we recognize the potential of these tools to intuitively convey some reference values able to describe the typical characteristics of a city that is "compact in morphology, complex in its functioning, metabolically efficient and socially cohesive."⁽³⁾

The last question before describing the way in which the issue has been addressed is to state the specific objective pursued at the time of writing these articles. Beyond just "translating" a system of indicators per se, we wanted to show the relationship between lifestyle, city and sustainability. The city we inhabit has a strong impact on the way we live. We are not saying here that we should all live in the same way (this is something others tried before), but we must be aware that the way we choose to live affects the kind of city that we create, and this affects the possibility of achieving sustainable development. Let's see how we tried.

Different developed strategies to transform the technical document

The first issue was to define exactly what aspects of our cities were relevant to communicate the objectives according to our understanding. The answer lies in the system itself of sustainability indicators we wanted to explain. The Agencia de Ecología Urbana of Barcelona defines 9 thematic areas⁽⁴⁾. We decided to develop 7 of them in this series of articles: *land occupation, public space and livability, mobility and services, urban complexity, green spaces and biodiversity, urban metabolism* and, finally, *social cohesion*. The remaining two subject areas are not addressed by various reasons. In the case of the so-called *Context of the Urban Development* we understood those issues it dealt where not analytical but more related to the urbanistic project⁽⁵⁾. In the case of *Management and Governance*, due to its transversal nature, was perhaps too broad to be dealt with the brevity of these items. Therefore the decision was writing 7 items, one for each of the selected thematic areas.

Following the general policy of the project, the articles could not contain only text. It is precisely for this reason that they became graphic stories, that is, texts illustrated by a set of images produced specifically for the occasion. Then we move to address the detailed analysis of both elements.

All texts are structured in three parts: ordinary stories, the 4 *sustainabilities* and finally the *instructions for measuring your city*.

First, in the ordinary stories, two parallel stories happening in two different cities (or in two different parts of the same city) are narrated. Both try to show how urban conditions affect the daily lives of its protagonists⁽⁶⁾. In order to show this, the cities described have the very conditions of two different urban models: one diffuse, mono-functional,

eficiente metabólicamente y cohesionada socialmente⁽³⁾.

La última cuestión antes de describir la manera en la que se ha abordado la cuestión es enunciar el objetivo específico que se perseguía a la hora de redactar estos artículos. Más allá de conseguir "traducir" un sistema de indicadores per se, pretendíamos evidenciar la relación existente entre modo de vida, ciudad y sostenibilidad. La urbe que habitamos tiene una fuerte repercusión en la manera en la que vivimos. No queremos decir aquí que todos debamos vivir de la misma manera (esto es algo que trataron de hacer otros antes), sino que tenemos que ser conscientes de que la forma en la que decidimos vivir repercute en el tipo de ciudad que creamos, y esto afecta a la posibilidad de alcanzar un desarrollo sostenible. Veamos pues cómo hemos tratado de hacerlo.

Estrategias empleadas para la transformación del documento técnico

La primera cuestión fue definir exactamente qué aspectos de nuestras ciudades entendíamos que eran relevantes para comunicar los objetivos propuestos. La respuesta la encontramos en el propio sistema de indicadores de sostenibilidad que pretendíamos explicar. Así la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona define 9 ámbitos temáticos⁽⁴⁾, de los cuales decidimos abordar en esta serie de artículos 7 de ellos: *ocupación del suelo, espacio público y habitabilidad, movilidad y servicios, complejidad urbana, espacios verdes y biodiversidad, metabolismo urbano* y por último *cohesión social*. Las dos áreas temáticas restantes no se abordaron por diversas razones. En el caso de la denominada Contexto de la actuación urbanística entendíamos que en él se trataban cuestiones de tipo propositivo relacionadas con el proyecto urbanístico⁽⁵⁾, mientras que en el caso del ámbito *Gestión y gobernanza* debido a su carácter transversal, era quizás demasiado amplia como para ser abordada con la brevedad de estos artículos. Por tanto la decisión fue redactar 7 artículos, uno para cada una de los *ámbitos temáticos seleccionados*.

Siguiendo la política general del proyecto, los artículos no podían contener únicamente texto. Es precisamente por esto por lo que se convirtieron en historias gráficas, esto es, textos ilustrados por un conjunto de imágenes elaboradas específicamente para la ocasión. Pasamos entonces a abordar el análisis detallado de ambos elementos.

Todos los textos se estructuran en tres partes diferenciadas: las *historias corrientes*, las *4 sostenibilidades* y por último las *instrucciones para medir tu ciudad*.

En primer lugar, en las *historias corrientes*, se narran dos relatos paralelos que suceden en dos ciudades distintas (o en dos partes diferentes de una misma ciudad) en los que se trata de evidenciar cómo las condiciones urbanas repercuten en la vida cotidiana de sus protagonistas. Para poder mostrar esto, las ciudades descritas presentan las condiciones propias de dos modelos urbanos diferenciados: por un lado la ciudad difusa, monofuncional, consumidora de recursos y segregada socialmente, y por otro aquella que presenta las condiciones propias de una ciudad compacta, compleja, eficiente metabólicamente y cohesionada socialmente. Quizás el lector pueda pensar que al redactar estas pequeñas historias estamos cayendo en estereotipos o lugares comunes para describir lo que en ellas ocurre, pero queremos pensar que no es así. En realidad en estas *historias corrientes* contamos experiencias vividas por los propios autores en ciudades o barrios similares a los descritos. Por tanto podríamos decir que se trata de pequeños relatos urbanos autobiográficos

socialmente segregados y consumiendo recursos; and another one that presents the very conditions of a compact, complex city, metabolically efficient and socially cohesive. Perhaps the reader may think that in drafting these little stories we are falling into stereotypes or common places to describe what happens in these places, but we think it is not. Actually in these ordinary stories we describe experiences lived by the authors themselves in similar cities or neighborhoods. Therefore we could say that it is about little autobiographical stories in cities whose names we have ignored.

Then the 4 sustainabilities try to show how the described conducts -which are caused at least in part by the different urban environments where the stories are happening- impact on the issue in four aspects: environmental, social, cultural and economic. Therefore, we show how our lifestyles and urban models that support them directly affect the goal of sustainable development.

Finally, the *instructions for measuring your city*, show the reader how to "measure", in a simple way, the city or neighborhood where he lives in order to have a reference to his way of life quality in terms of sustainability. It is precisely here where the indicators of urban sustainability appear. And for that a selection has been made from among all the indicators proposed in the *Guía Metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano*. So in each of the articles a limited number of indicators is introduced, particularly those more intuitive and that any of us could develop without needing any technical tool beyond a clock, for example. Thus, with just knowing how long it takes walking from our door to the nearest bus stop, or relating the width of the sidewalks of the street with the road, we can get an idea of the city where we live.

This structure is complemented by two issues. First we have discussed how in *More Than Green* we intend to change (at least partly) the communication format on sustainability issues. So, besides using colloquial language (in order to be understood by all who read us) we insist on the importance of using multimedia. That is why in addition to images (which will be discussed below) we refer to some of the good practices, included in the blog, emphasizing the importance of learning from good examples made by others. Second, as mentioned above also, we want all our readers to find the information they need, or in the multimedia encyclopedia of sustainability itself or through it. That is why at the end of each of the articles all the technical information necessary for precise calculations, concerning indicators, is linked citing therefore the reference document.

As already mentioned, the articles are illustrated with pictures describing what narrated visually. It is (almost entirely) about two fixed scenarios representing different urban models, and over which various graphic resources (mainly types of line and color) are implemented to show the issues addressed in the text. Therefore in them we can find images of the existing reality (Fig. 3), the social impact derived from specific urban actions (Fig. 4 and 5), and finally, graphical representations of the measured issues for the calculation of the described indicators (Fig. 6 and 7). For this purpose and in almost all of the articles, a single system of representation is used: the axonometric perspective. This choice responds primarily to a communicative condition, as it does not require the observer who possesses specific skills (eg good spatial vision), and therefore is accessible to a wider audience. What is more, the contemporary use being made of this system of representation has turned it into the drawing type chosen by many architects in representing not only urban built environments but also, and especially,

en los que hemos obviado la toponimia.

A continuación con las 4 *sostenibilidades* tratamos de evidenciar cómo las conductas descritas, que son provocadas al menos en parte, por los diferentes entornos urbanos en los que se suceden las historias, repercuten sobre la cuestión en cuatro aspectos: medioambiental, social, cultural y económico. Por tanto, mostramos cómo nuestros modos de vida y los modelos urbanos que los soportan afectan directamente a la consecución del objetivo del desarrollo sostenible.

Por último, en las *instrucciones para medir tu ciudad*, mostramos al lector cómo puede "medir", de una forma sencilla, la ciudad o barrio en el que vive para así tener una referencia sobre la insostenibilidad o no de su modo de vida. Es aquí precisamente donde aparecen los indicadores de sostenibilidad urbana, para lo cual se ha realizado una selección de entre la batería propuesta en la *Guía Metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano*. Así en cada uno de los artículos se explica brevemente un número reducido de indicadores, especialmente aquellos más intuitivos y que cualquiera de nosotros podría elaborar sin tener que recurrir a otro instrumento técnico más allá de un reloj, por ejemplo. De esta forma, con actos tan sencillos como saber cuánto tardamos andando desde la puerta de nuestra casa hasta la parada más próxima de autobús, o relacionando el ancho de las aceras de la calle con el de la calzada, podemos hacernos una idea de cómo es la ciudad en la que vivimos.

Esta estructura se complementa con dos cuestiones. En primer lugar ya hemos comentado cómo en *More Than Green* pretendemos cambiar (al menos en parte) el formato de comunicación de las cuestiones relacionadas con la sostenibilidad. Así, además de emplear un lenguaje coloquial (con el objeto de ser entendidos por todo aquel que nos lea) insistimos en la importancia del empleo de elementos multimedia. Es por esto que además de recurrir a imágenes (que comentaremos a continuación), en el cuerpo del relato se hace referencia a algunas de las buenas prácticas, ya descritas en el *blog* en formato *post*, insistiendo en la importancia de aprender de los buenos ejemplos realizados por otros. En segundo lugar, como decíamos anteriormente también, queremos que todos nuestros lectores puedan encontrar la información que necesitan, o bien en la propia enciclopedia multimedia de la sostenibilidad, o bien a través de ella. Es por esto que al final de cada uno de los artículos se referencian específicamente las páginas en las cuales el lector puede encontrar toda la información técnica necesaria para realizar el cálculo preciso de los indicadores comentados, citando por tanto el documento de referencia.



what happens in them⁽⁷⁾: one of the characteristics of the images we wanted to make.

Conclusions

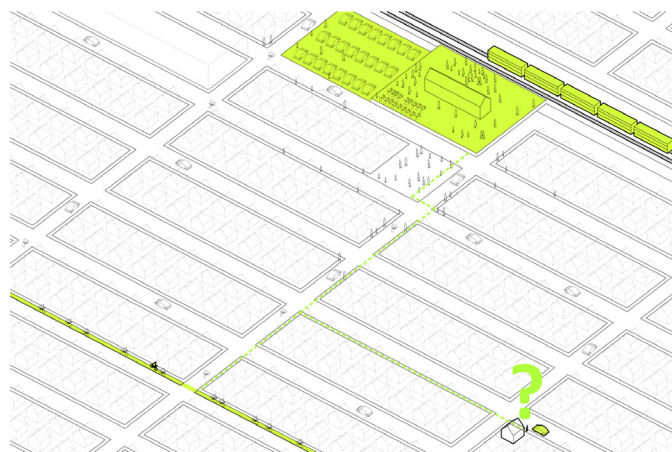
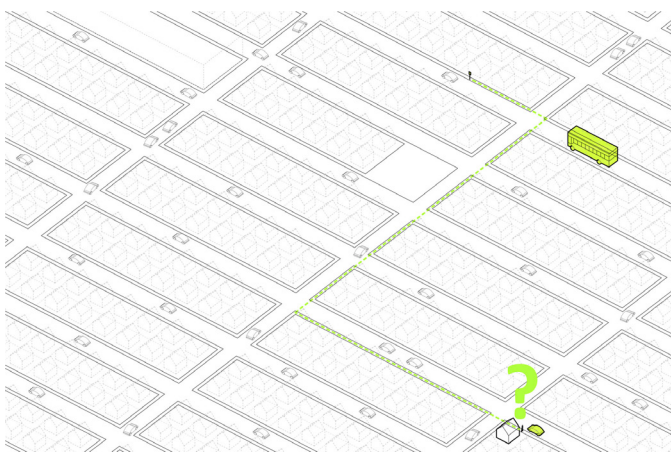
The immediate question that arises from the above is whether our goal has been achieved: to show the general public, and especially to the non-expert, how the way we live in our cities directly affects the issue of sustainable development. The answer at the time of the writing of this communication may not be conclusive, because only three of the articles have been published in *More Than Green* so far. But we can discuss here two partial questions that allow us to be optimistic. First, the spread levels achieved in the different social networks associated with the project (mainly *facebook* and *tweeter*) are considerable. Finally these graphic stories have already been used as a teaching tool for the theoretical sessions in one of the groups within the subject Urbanism 3 in the degree in architecture at the University of Alicante during the 2014-15 course. The aim was precisely to introduce the detailed study of the indicators described in the *Guía Metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano*. The level of understanding by the students has been satisfactory. But these are only partial data and we are still awaiting the publication of the complete series to obtain conclusive results.

Fig. 3. Imagen que ilustra una actividad cotidiana en el artículo sobre Espacio público y habitabilidad. Ver en: <http://www.morethangreen.es/espacio-publico-habitabilidad-urbanismo-ecologico/>. More Than Green 2014.

Image that illustrates daily activities, in the article titled Public space and livability. See in: <http://www.morethangreen.es/en/public-space-livability-ecological-urbanism/>. More Than Green 2014.

Fig. 4 y 5. Imágenes que ilustran la introducción de sistemas de transporte público en un área suburbana. Ver en: <http://www.morethangreen.es/movilidad-urbanismo-ecologico/>. More Than Green 2014.

Images that illustrate the introduction of improvements on the public transport system, in the article titled Mobility. See in: <http://www.morethangreen.es/en/mobility-ecological-urbanism/>. More Than Green 2014.



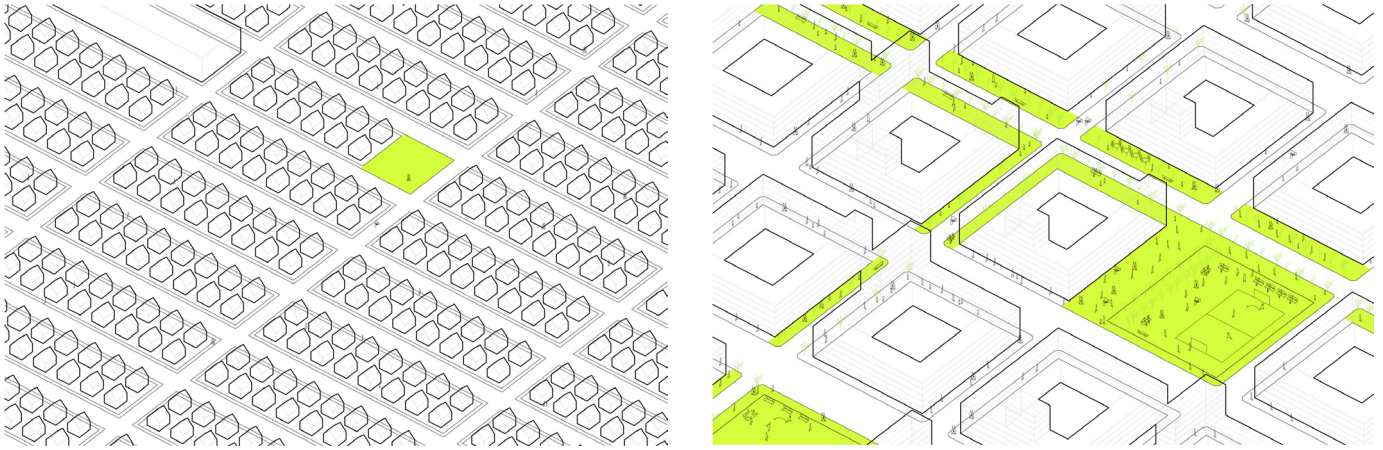


Fig. 6 y 7. Imágenes que ilustran el cálculo del indicador de Compacidad Corregida. Ver en: <http://www.morethangreen.es/espacio-publico-habitabilidad-urbanismo-ecologico/>. More Than Green 2014.

Images that illustrate the calculus of the sustainability indicator Corrected compactness, in the article titled Public space and livability. See in: <http://www.morethangreen.es/en/public-space-livability-ecological-urbanism/>. More Than Green 2014.

Como ya hemos dicho, los artículos se ilustran con imágenes que describen visualmente lo narrado. Se trata (en su práctica totalidad) de dos escenarios fijos que representan los diferentes modelos urbanos relatados, y sobre los que se implementan diversos recursos gráficos (fundamentalmente tipos de línea y color) para mostrar las cuestiones abordadas en el texto. Así en ellos podemos encontrar imágenes propias de la realidad existente (Fig. 3), la repercusión social derivada de actuaciones urbanas específicas (Fig. 4 y 5), y por último, representaciones gráficas de las cuestiones medidas para el cálculo de los indicadores descritos (Fig.6 y 7). Para ello, en la práctica totalidad de los artículos, se emplea un único sistema de representación: la perspectiva axonométrica. La elección de éste sistema responde en primer lugar a una condición comunicativa, ya que no requiere del observador que posea unas capacidades específicas (por ejemplo una buena visión espacial), y por lo tanto es accesible a un público amplio. A esta condición se añade el uso contemporáneo que se está haciendo de este sistema de representación, y es que se ha erigido en el tipo de dibujo elegido por múltiples arquitectos a la hora de representar, no sólo entornos urbanos (tanto lo construido como el espacio público), sino también, y especialmente, lo que ocurre en ellos⁽⁷⁾, una de las condiciones propias de las imágenes que pretendíamos realizar.

datos parciales y seguimos a la espera de la publicación de la serie completa para poder obtener unos resultados concluyentes.

Conclusiones

La pregunta inmediata que surge de lo anteriormente expuesto es si se ha conseguido el objetivo fijado: mostrar al público en general, y especialmente al profano, cómo la forma en la que vivimos en nuestras ciudades afecta directamente a la cuestión del desarrollo sostenible. La respuesta en el momento de la redacción de esta comunicación no puede ser concluyente, ya que hasta ahora sólo tres de los artículos han sido publicados en *More Than Green*. Sin embargo sí podemos comentar aquí dos cuestiones parciales que permiten ser optimistas al respecto. En primer lugar, los niveles de difusión alcanzados en las diferentes redes sociales asociadas al proyecto (principalmente *facebook* y *tweeter*) son considerables. Por otro estas historias gráficas ya han sido empleadas como herramienta docente durante las sesiones teóricas en uno de los grupos de la asignatura de Urbanismo 3 de la titulación de Arquitectura en la Universidad de Alicante durante el curso 2014-15, precisamente para introducir el estudio pormenorizado de los indicadores descritos en la *Guía Metodológica para los sistemas de auditoria, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano*, y el nivel de comprensión por parte del alumnado ha sido satisfactorio. Sin embargo estos no son más que

REFERENCES / REFERENCIAS

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. "Sin embargo aunque exista información adecuada y fiable no es suficiente ya que esta información es imprescindible que se transmita a la gente no técnica de una forma que pueda ser comprensible". In: FARIÑA, José y NAREDO, José Manuel. Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbanístico Español. Madrid: Ministerio de Vivienda, 2010, p.29 2. Guía Metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano. 3. RUEDA, Salvador. Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano. Madrid: Ministerio de Fomento, 2012, p.144. 4. RUEDA, Salvador. Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano. Madrid: Ministerio de Fomento, 2012, p.147. 5. So, far from the educational target stated here. 6. This paper starts with an extract from one of those stories. 7. It can be clearly seen on the graphic documents on different proposals for contemporary architecture competitions, for example on the latest editions of EUROPLAN contest. | <ol style="list-style-type: none"> 1. "Sin embargo aunque exista información adecuada y fiable no es suficiente ya que esta información es imprescindible que se transmita a la gente no técnica de una forma que pueda ser comprensible". In: FARIÑA, José y NAREDO, José Manuel. Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbanístico Español. Madrid: Ministerio de Vivienda, 2010, p.29 2. Guía Metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano. 3. RUEDA, Salvador. Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano. Madrid: Ministerio de Fomento, 2012, p.144. 4. RUEDA, Salvador. Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano. Madrid: Ministerio de Fomento, 2012, p.147. 5. So, far from the educational target stated here. 6. This paper starts with an extract from one of those stories. 7. It can be clearly seen on the graphic documents on different proposals for contemporary architecture competitions, for example on the latest editions of EUROPLAN contest. |
|---|---|

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. 1. FARIÑA, José y NAREDO, José Manuel. Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbanístico Español. Madrid: Ministerio de Vivienda, 2010.
2. 2. REBOIS, Didier. THE ADAPTABLE CITY / 1. EUROPLAN 12 RESULTS. Paris: EUROPLAN EUROPE, 2014.
3. 3. RUEDA, Salvador. Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano. Madrid: Ministerio de Fomento, 2012.

OBJETIVO: REHABILITACIÓN HIDROLÓGICA URBANA

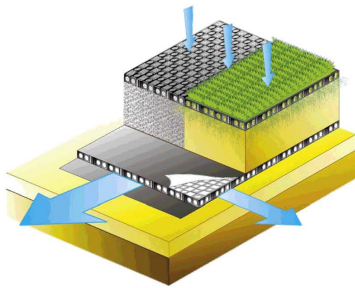
LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO **NECESITAN REDUCIR LA CANTIDAD DE AGUA DE LLUVIA A TRATAR**
LAS CIUDADES NECESITAN NUEVAS CAPAS QUE FILTREN Y LAMINEN AGUA DE LLUVIA EN ORIGEN



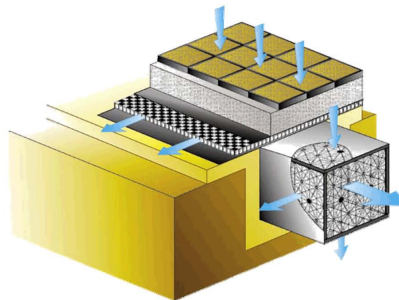
Escorrentía urbana es sinónimo de contaminación. En situaciones de lluvia, los pavimentos impermeables impiden la filtración/retención del agua y aumenta los niveles de escorrentía, disolviendo y arrastrando toda la contaminación urbana hacia el interior de los colectores lo cual provoca un drástico incremento del caudal y la carga contaminante en su interior. Este progresivo y repentino aumento de la carga hidráulica incrementa la frecuencia e intensidad de las sobrecargas y descargas de los sistemas de saneamiento a cauce natural, provocando un grave impacto medioambiental.

PAVIMENTOS PERMEABLES + CONDUCTOS PLANOS SUBSUPERFICIALES

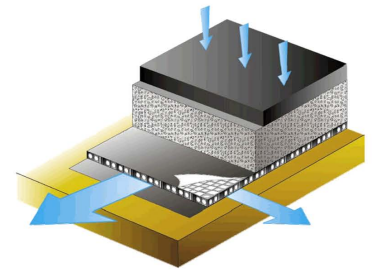
La forma más ecoeficiente de reducir los procesos de escorrentía y contaminación del agua de lluvia es reduciendo la impermeabilización del suelo, existen nuevas técnicas y materiales para proporcionar pavimentos aptos para el uso urbano y altamente permeables. Estos nuevos pavimentos permeables, para que cumplan eficazmente su función de "filtros y sumideros" del agua de lluvia, han de ir acompañados de conductos horizontales que capten y gestionen el agua filtrada.



Pavimento vegetado o gravilla estabilizada



Adoquines con juntas permeables



Asfalto permeable



● Sistema actual de pluviales

● Sistema implementado con rigola filtrante y depósitos modulares de retención y/o infiltración.



● Parking impermeable

● Dotación de nueva capa permeable y sistema subsuperficial en parking de superficie ya existente.



ALGUNAS APLICACIONES



Sendero permeable. Parque Gomeznarro, Madrid



Zonas aparcamiento en línea. Oleiros. La Coruña



Parking vegetado. Polideportivo La Guía. Gijón



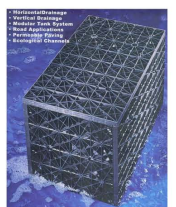
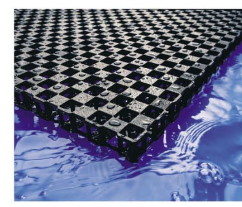
Rígola filtrante. Torrebaró, Barcelona



Parking permeable adoquines. Madrid



Parking permeable. Oleiros. La Coruña



Repensando la movilidad. Actualización del papel del vehículo convencional privado

Rethinking the mobility. Update of the role of the conventional private vehicle

Pablo Izaga González¹,

ABSTRACT

Since mid-twentieth century urban environments are characterized by the dominance of the vehicle as the main means of travel. The consequences of the massive use of the car are the transformation of lifestyles towards sedentary ones, atmospheric, acoustic and visual pollution, the risk of accidents and the displacement of citizens and public space to a secondary role. It is necessary to rethink and update the role of private conventional vehicles in order to reduce the environmental impact and improve the living conditions of the cities. We can make a proposal for change in four areas:

1 Use. Decreasing the use

1a. Optimization of public transport networks and implementation of bicycle lanes

A measure to reduce car use is to propose alternative means of transport that function effectively or that are sufficiently attractive to users.

1b. Creating proximity patterns

To create proximity patterns is to equip the different parts of the city in a mixed way, so that the citizens of each area have walking access to the largest number of services within 600 meters radius, equivalent to a journey of 10 or 15 minutes' walk.

2 Ownership. Changing perspective

2a. From product to service

An average car remains parked at the user's home around 80% of the time, 16% of the time is parked elsewhere and only 4% of the time is in use. Instead of having cars, we can implement infrastructures that offer rented vehicles for short journeys, as it already exists in the case of the bicycles.

2b. Foster platforms for shared journeys

In the 78% of journeys drivers travel alone, in 12% two people and in 10% of cases three passengers. To increase the efficiency we can use and promote the use of various digital platforms (BlaBlaCar, Carpooling ...), which manage to put drivers and travelers in touch to share rides and expenses.

3 Resources. Substituting resources

3a. From consumer to a fuel cell

The development of new technology applied to transportation gives us the chance to eradicate the oil as a source of energy. Cars with fuel cells can generate electricity from hydrogen stored in a tank, and eventually share this energy with buildings, what constitutes a radical change in the concept of the car.

4 Space. Limiting their presence

4a. From parking in streets to technical buildings and from blocks to superblocks

To reduce the presence of the car in urban space, cars can be withdrawn into technical buildings. It is also possible to elaborate plans which limit the streets cars have access to, as well as regulate the speed according to the area.

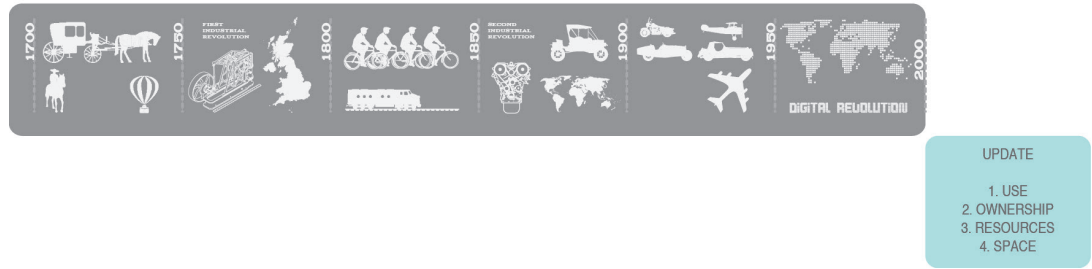
Conclusions

Any change in architecture, especially in urban planning, is a slow process that can last decades and even centuries. It is imperative to start rethinking mobility in the cities so that future generations enjoy a safe and pleasant urban space, in which people have the chance to establish meaningful relationships with others, with their neighborhoods, with the local culture and their own bodies.

Key words: Movilidad, actualización, energía, contaminación, ciudad..

(1) E: p_izaga@hotmail.com

Fig. 1. Introducción. Actualización en 4 aspectos. Introduction. Update in 4 aspects. Pablo Izaga González. 2014



Uno de los factores fundamentales que definen el espacio urbano es la velocidad a la que se mueven los diferentes elementos que ocupan el mismo. Desde mitad del siglo XX los entornos urbanos se caracterizan por la dominación del vehículo como medio de desplazamiento. Las ciudades se mueven a la velocidad del automóvil, y es el coche privado el que determina si una distancia es grande o pequeña. En apenas dos siglos se ha producido un cambio brutal en la manera de entender las distancias y, por tanto, el tiempo. Se ha pasado de hábitos donde se caminaba prácticamente a diario a un modo de vida muy sedentario y un modelo de ciudad que no puede entenderse sin el automóvil.

One of the key factors that define the urban space is the speed at which the different elements occupying the same move. Since mid-twentieth century urban environments are characterized by the dominance of the vehicle as the main means of travel. The cities move at the speed of the automobile, and it is the private car that determines whether a distance is long or short. In just two centuries there has been a radical change in the way we understand the distances and thus the time. We have passed from daily walking habits to a very sedentary way of life and a city model that cannot be understood without the car.

Esta ocupación masiva del entorno urbano por parte del coche no sólo afecta al modo de vida de los ciudadanos, también hay que tener en cuenta el importante factor contaminante que supone. En algunas ciudades orientales la contaminación atmosférica debido al dióxido de carbono expulsado por los coches (entre otros contaminantes) se ha vuelto insoportable. Su presencia también contribuye a la contaminación acústica y visual de las ciudades, al mismo tiempo que supone un factor de riesgo mortal en los accidentes de circulación. Por último, hay que resaltar el espacio que la ingente cantidad de vehículos roban a las personas; hecho que las hace ser peatones (transeúntes que se desplazan de un punto a otro por un margen delimitado por la presencia de carriles para vehículos, llamado acera, en lugar de ciudadanos (los que habitan la ciudad). A los coches en movimiento se le suma la superficie de suelo en planta baja destinada a aparcamientos.

This massive occupation of the urban environment by the car not only affects the livelihood of citizens, but also we must also take into account the important polluting factor involved. In some eastern cities air pollution due to carbon dioxide expelled by cars (and other pollutants) has become unbearable. Their presence also contributes to noise and visual pollution in cities, while representing a risk factor of fatal road accidents. Finally, we must highlight the space that the huge number of vehicles steal from people, fact that make them pedestrians (those who move from one point to another through the sidewalk), rather than citizens (those who live in the city). We also have to take into consideration the vast surface occupied by the cars on ground floor.

Con el objetivo de mejorar las condiciones de habitabilidad de las ciudades y reducir el impacto ambiental que causan los vehículos, pueden proponerse actualizaciones en el papel del coche, atendiendo a cuatro aspectos: el uso habitual que se le dan, la titularidad de los mismos, los recursos que consumen para funcionar y el espacio físico que ocupan.

With the aim of improving the living conditions in cities and reduce the environmental impact of vehicles, some updates of the role of the car can be proposed in four areas: the use we make of them, their ownership, the resources they consume to function and the physical space they occupy.

Using

It is essential to try to reduce the use of the vehicle, and this requires that other cleaner and more efficient forms of transportation are optimized and that the amount of obliged journeys of the citizens is reduced.

Uso

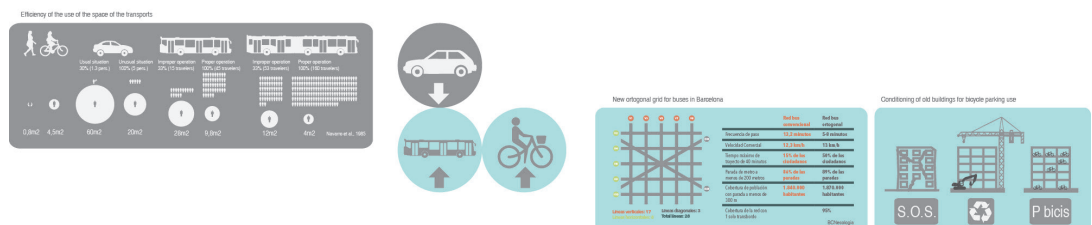
Es fundamental tratar de reducir la utilización del vehículo, y para ello es necesario que se produzca lo siguiente: que se optimicen otras formas de transporte, menos contaminantes y que son más eficientes en el uso del espacio urbano, y que se reduzca la cantidad de trayectos obligados del ciudadano.

Optimization of public transport networks and implementation of bicycle lanes

A measure to reduce car use is to propose alternative means of transport to function effectively or that are sufficiently attractive to users.

The Urban Ecology Agency of Barcelona has been working for several years to change the bus network of the city. A new network will divide the lines in vertical, horizontal and diagonal, which will make journeys in both ways in the

Fig. 2. Esquema de la optimización de las redes de transporte público e implantación de carriles bici. Diagram of optimization of public transport networks and implementation of bike lanes. Pablo Izaga González. 2014



Optimización de las redes de transporte público e implantación de carriles bici

Una medida para reducir el uso del coche es proponer medios de transporte alternativos que funcionen de manera eficaz o sean lo suficientemente atractivos para los usuarios.

La Agencia de Ecología Urbana de Barcelona ha estado trabajando varios años para modificar la red de autobuses de dicha ciudad. Una nueva red que dividirá las líneas en verticales, horizontales y diagonales, que harán trayectos en los dos sentidos de una misma dirección, y su eficacia se basará en que para llegar desde un punto A, a otro B, ambos en cualquier zona de la ciudad, será necesario hacer un solo transbordo, y el tiempo de espera será menor. En otoño de 2012 se realizó la incorporación de las cinco primeras líneas, y en la sustitución final se habrá mejorado la eficiencia disminuyendo el número de líneas totales. Hay que tener en cuenta que la facilidad de implantación de una red de estas características es mucho mayor cuando la trama urbana es regular (ortogonal como la de Barcelona). Tomando este caso como punto de partida, y aunque no se realice una sustitución completa de las líneas, una optimización del funcionamiento de los autobuses podría suponer un aumento de su uso.

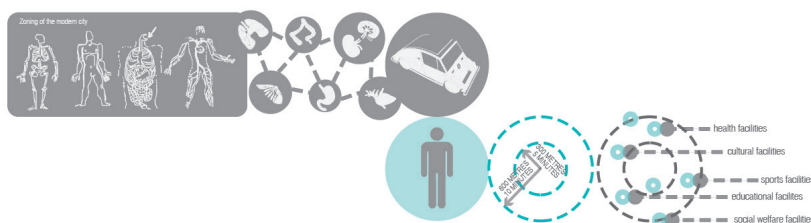
El auge del uso de las bicicletas, primero en países del centro-norte de Europa y más tarde en países como España, ha venido acompañado de la sustitución de parte del suelo destinado al coche para dedicarlo a la bicicleta, y esta medida ha incrementado su uso aún más. También ha contribuido la implantación de servicios de bicis de préstamo en grandes ciudades (*Sevici* en Sevilla, *Bicing* en Barcelona). La ciudad de Sevilla se ha convertido ya en la cuarta ciudad europea con mayor uso de bicicletas. Cuantas más zonas de la ciudad y su entorno queden cubiertas por este nuevo carril de sencilla ejecución, así como lugares seguros para aparcarlas, más facilidades se brindan al ciudadano para que utilice la bicicleta como medio de desplazamiento. En Ámsterdam y otras ciudades holandesas se pueden encontrar infraestructuras para el aparcamiento de estos vehículos de dos ruedas: varios forjados en rampa y sin cerramiento con una alta capacidad para aparcar bicicletas privadas, donde cámaras y un encargado velan por la seguridad de las mismas.

same direction. Its effectiveness will rely on that to get from point A to another B, one will need to make a single transfer, and the waiting time will also be reduced. In autumn 2012 the incorporation of the first five lines was performed. The final replacement will improve efficiency by reducing the number of total lines. We have to keep in mind that the ease of implementation of a network of this kind is much greater when the urban grid is regular (orthogonal like Barcelona). Taking this case as a starting point, and even if complete replacement of the lines is not performed, an optimization of the operation of the buses is expected to increase their use.

The rise of the use of bicycles, first in countries of north-central Europe and later in countries like Spain, has been accompanied by the increase of the ground destined to bike lanes, and this measure has increased its further use. It has also helped implement bikes loan services in large cities (*Sevici* in Seville, *Bicing* in Barcelona). The city of Seville has already become the fourth European city with greater use of bicycles. The more areas of the city and its surroundings are covered by this new lane of simple execution and the more safe places to park them there are, more facilities are provided to citizens to use bicycles as a means of travel. In Amsterdam and other Dutch cities one can find parking infrastructure for these two-wheelers: several ramps without enclosure with a high capacity for parking private bikes, where cameras and a guard ensure the safety of the same.

Creating proximity patterns that reduce commuting

To create proximity patterns is to equip the different parts of the city in a mixed way, so the citizens of each area have walking access to the largest number of services within 600 meters radius, equivalent to a journey of 10 or 15 minutes' walk. When the activity of cities developed intramural, uses piled on each other in confined areas. With the growth of cities, the initial compactness and complexity gradually disappeared to make way for zoning. Thus, there are industrial neighborhoods where people work only during the day and residential neighborhoods, especially in the periphery, which remain empty during the day. Therefore a measure to reduce commuting is to promote hybridization of blocks and create greater functional diversity to ensure that citizens have close access to social welfare, cultural, sports, educational and health facilities.



Creación de patrones de proximidad que reduzcan la movilidad obligada

Crear patrones de proximidad consiste en equipar las diferentes partes de la ciudad de forma variada para que los ciudadanos de cada zona tengan acceso a pie a la mayor cantidad de servicios, en un radio de 600 metros de radio, lo que equivale a un trayecto de 10 o 15 minutos andando aproximadamente. Cuando la actividad de las ciudades se desarrollaba intramuros, los usos se apilaban unos sobre otros en áreas reducidas. Con el crecimiento de las ciudades, la compactidad y complejidad iniciales fueron desapareciendo para dar lugar a la zonificación de los

Small neighborhood stores and small markets can help build a local identity. The local production and distribution can become an argument of collectivity, and the places where they develop can again become true relationship spaces.

Ownership

We may not yet have measured the full extent of the impact of the appearance of Internet in the world order and contemporary lifestyles. We live in the "Age of Access" according to Jeremy Rifkin, having taken place a shift from

Fig. 3. Esquema de la creación de patrones de proximidad.

Diagram of creating proximity patterns.

Pablo Izaga González. 2014

usos. Así se dan barrios industriales en los que se trabaja sólo durante el día y barrios residenciales, especialmente en la periferia, que se quedan vacíos de día. Por tanto una medida para reducir la movilidad obligada es fomentar la hibridación de las manzanas y crear mayor diversidad funcional para asegurar que los ciudadanos tengan acceso cercano a equipamientos de bienestar social, cultural, deportivo, educacional y sanitario.

Las pequeñas tiendas de barrio como pequeños mercados pueden contribuir a construir una identidad local. La producción y distribución local se convierten en un argumento de colectividad, y los lugares donde se desarrollan pueden volver a convertirse en verdaderos espacios de relación.

Titularidad

Es posible que todavía no se haya medido en toda su magnitud el impacto que ha tenido la aparición de Internet en el orden mundial y los modos de vida contemporáneos. Vivimos en la "era del acceso"; según Jeremy Rifkin, al estar produciéndose un cambio de una economía basada en los productos a una basada en los servicios. Con esta nueva dimensión virtual los espacios tienden a condensarse en tecnología y se ha generado un nuevo mercado de trabajo, en el que el desempeño de las nuevas profesiones no requiere ni siquiera de un espacio físico donde desarrollarse; no es tan importante poseer, ni siquiera es relevante el lugar geográfico, pero sí tener acceso inmediato, estar permanentemente conectados.

a product-based to a service-based economy. With this new virtual dimension, spaces tend to condense in technology and it has been created a new labor market in which the performance of the new professions does not even require a physical space to develop; it is not important to have, neither it is relevant the geographic place; what it matters is to have immediate access, to be permanently connected.

From product to service

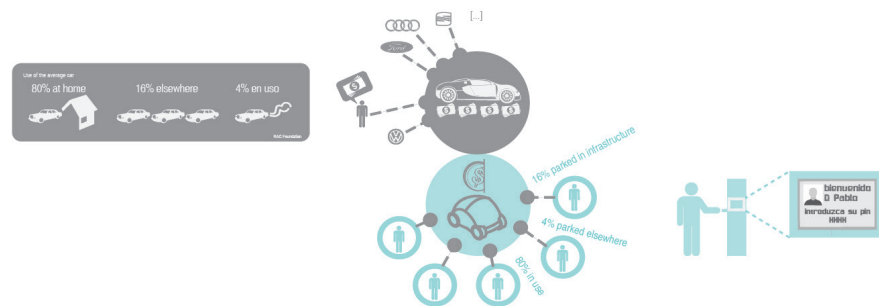
The exponential growth of the automobile industry took place in the United States thanks to one of the most prominent figures in its corporate history, Henry Ford. The production of its company increased from 1,000 chassis per day in 1913 to 2768 complete cars in 1915. Apart from an excellent entrepreneur, Ford was a remarkable propagandist and soon raised the benefits and prestige of his company to unprecedented levels. At the same time, European brands of cars followed the same path.

During the twenties, many modern European architects who saw these machines as rolling elements of progress and beauty, sent to photograph their newly inaugurated buildings with cars in the forefront. We can see a picture of 1927 where a Mercedes Benz stars in the scene before the Weißenhofsiedlung, Stuttgart, of Le Corbusier. Le Corbusier himself designed a car, Le Voiture Minimum, which was characterized by having its size adjusted to its function but that included a large front window allowing the driver to see the surrounding landscape while driving his machine of the progress. However, after several attempts to reach an agreement with a renowned German company this model

Fig. 4. Esquema del cambio de un producto a un servicio.

Diagram of the transformation from product to service.

Pablo Izaga González. 2014



De producto a servicio

El crecimiento exponencial de la industria automovilística se produjo en Estados Unidos gracias a uno de los personajes más destacados en su historia empresarial, Henry Ford. La producción pasó de 1.000 chasis al día en 1913 a 2.768 coches completos en 1915. Aparte de un excelente empresario, Ford fue un notable propagandista y en poco tiempo elevó los beneficios y el prestigio de su compañía hasta cotas sin precedentes. Al mismo tiempo, en Europa otras marcas de coches seguían el mismo sendero.

Durante la década de los años veinte, muchos arquitectos europeos modernos que veían en estas máquinas rodantes elementos del progreso y la belleza de la técnica, mandaban fotografiar sus edificios recién inaugurados con coches en un primer plano. Así podemos ver una fotografía de 1927 donde una Mercedes Benz protagoniza la escena delante de la Weißenhofsiedlung de Stuttgart de Le Corbusier. El propio Le Corbusier diseñó un coche, Le Voiture Minimum, que se caracterizaba por tener medidas ajustadas a su funcionamiento y en oposición una gran luna delantera que permitía al conductor apreciar el paisaje del entorno a medida que dirigía su máquina del progreso. Sin embargo, tras varios intentos de llegar a un acuerdo con una conocida empresa alemana este modelo no llegó a producirse, ni

did not come to realization, not even a single prototype. Also Buckminster Fuller, known for experimenting with the technique in their designs, prompted to develop a prototype vehicle, the Dymaxion Car, which had only three wheels. Returning to the United States, Ford's propaganda of one car for each family was coming true in the 50s and 60s. Even in housing designs, as Case Study Houses developed in Los Angeles in the mid-twentieth century, the car was introduced in the home as if it were another member. It was usually located in an open but covered space, but always in visual relationship with some of the rooms of the house. We can recall the scene of a famous photograph of the Case Study House # 21 (1959) by Pierre Koenig: in the foreground a table is ready to welcome its guests, who will enjoy a meal contemplating his vehicle, which is the real main character and occupies the center of the image.

The role of the car in our society comes from its modern conception. If one now looks at television advertising for a rather short period, one can realize that a high percentage of the ads are for private cars of different brands. Like Le Corbusier used cars to sell his houses (machines for living in), some car companies nowadays use "contemporary" architecture, or examples of architecture that are supposed to be a landmark of contemporaneity, to promote their

siquiera un solo prototipo. También Buckminster Fuller, figura que destacó por experimentar con la técnica en sus diseños, se animó a desarrollar un prototipo de vehículo, el Dymaxion Car, que sólo contaba con tres ruedas. Volviendo a los Estados Unidos, ya en la década de los 50 y los 60 la idea propagandística de Ford de un coche para cada familia se estaba haciendo realidad. Incluso en los nuevos diseños de vivienda conocidos como Case Study Houses desarrollados en Los Ángeles a mediados del siglo XX, el coche fue introducido en la vivienda como si de un miembro más se tratara. Se le concedía un espacio exterior o semiexterior, abierto pero cubierto, pero siempre en relación visual con algunas de las estancias de la casa. Podemos recordar la escena de una conocida fotografía de la Case Study House #21 (1959) de Pierre Koenig: en un primer plano se aprecia una mesa preparada para acoger a sus comensales, que disfrutarán de una comida contemplando su vehículo que se encuentra en el centro de la imagen, el verdadero protagonista de la fotografía.

El rol del coche en nuestra sociedad proviene de su concepción moderna. Si nos fijamos actualmente en espacios publicitarios de la televisión por un tiempo más o menos prolongado, veremos que un elevado porcentaje de los anuncios son de vehículos privados de diferentes marcas. Al igual que Le Corbusier utilizaba coches para vender las máquinas de habitar que eran sus viviendas, ahora para promocionar algunos coches se utiliza la arquitectura "contemporánea" como telón de fondo, una arquitectura que se supone reconocida por ser un hito de la contemporaneidad. Así es el caso de un todoterreno posando su silueta frente al Metropol Parasol de Sevilla. Campañas a las que siguen lemas tales como: "conduce tu vida". Podemos hilar este hecho con una reflexión acerca de la posesión del vehículo privado, de Erich Fromm en su obra *The Art of Being*: "Podría decirse que tal (el automóvil privado) es propiedad funcional y por tanto no es equivalente a la posesión muerta. Esto sería cierto si el coche privado fuera realmente funcional, pero no lo es. No estimula ni activa ninguna de las facultades del ser humano. Es una distracción, permite a una persona escapar de sí mismo, produce una falsa sensación de fuerza, le ayuda a formar un sentido de identidad basado en la marca de coche que conduce." Aparte de la necesidad creada debido a las grandes distancias de las ciudades, otra posible razón para explicar que el coche se haya convertido en un objeto de consumo masivo es tratar de identificarse con una clase social.

Fijémonos cómo se emplea la vida de un vehículo. El 80% del tiempo permanece aparcado junto a la vivienda del usuario, el 16% del tiempo se encuentra aparcado en cualquier otro sitio y sólo el 4% del tiempo está en uso⁽¹⁾. Por tanto, si la mayor parte de su vida está sin usarse, cabe preguntarse, ¿tiene sentido que existan tanta cantidad de coches cuando todos están detenidos la mayor parte del tiempo? Al igual que ya se ha hecho con las bicicletas, podríamos pensar en la implantación de una infraestructura que ofrezca un servicio de préstamo de vehículos. Un sistema que permita al usuario utilizar un coche por un determinado periodo de tiempo y devolverlo en otro punto de la ciudad habilitado para ello.

Proponer un aparcamiento para vehículos privados, ya sea enterrado o en superficie, supondría la liberación de parte del suelo urbano, pero a un precio muy elevado, ya que las infraestructuras de aparcamiento tradicionales continúan promoviendo el consumo y la utilización convencional del coche. La implantación de un servicio de vehículos de préstamo en la ciudad es una declaración de intenciones: supone la lucha contra el bombardeo ininterrumpido de

automóviles. Such is the case of a jeep posing silhouette next to the Metropol Parasol in Seville. These campaigns are followed by slogans such as "Drive your life." Apart from the created need to use a car, due to long distances within the cities, another possible reason for the car to become an object of mass consumption is the intention to identify oneself with a specific social class.

Let's take a look to how the life of a vehicle is used. 80% of the time an average car remains parked at the user's home, 16% of the time is parked elsewhere and only 4% of the time is in use (1). Therefore, if most of its life is not used, one wonders, does it make sense to have so many cars when each of them is parked most of the time? As it has already done with bicycles, we might think of the implementation of an infrastructure that offers a loan service of vehicles. A system that allows the user to use a car for a certain period of time and return it in another part of the city qualified to do so.

To build a parking for private vehicles, either underground or on the surface, would release part of space on ground floor, but at a very high price, as traditional parking infrastructures continue to promote the consumption and use of conventional car. The implementation of a loan service of vehicles in the city is a statement of intentions: it means combating the continued bombardment of advertising, as well as the modern mentality that imposes the need for a vehicle and the capitalist attitude that requires consuming and own in order to enjoy.

Foster platforms for shared journeys

The average vehicle occupancy is low in most of the journeys. The US Department of Transportation published in 2003 that in 78% of the journeys private vehicle drivers travel alone, in 12% of them only two people traveled and in 10% of cases three of them. To increase the efficiency of the journeys we can use and foster the use of various digital platforms (BlaBlaCar, Carpooling ...), which manage to put drivers and travelers in touch to share rides and share the expenses.

Resources

The engine of vehicles use fuel extracted from oil, natural resource whose reservation is threatened by overconsumption. At the same time, the combustion engine expels carbon dioxide to the atmosphere through the exhaust pipe. Technology has advanced in this regard by developing an electric motor that generates no greenhouse gases; however, at the end, the electrical energy used to operate continues to come from oil.

From consumer to a fuel cell

In recent years there has been developed another type of vehicle: the hydrogen vehicle. They are equipped with a fuel cell, an electric motor and a tank is hydrogen fuel. The fuel cell creates electricity through an electrochemical process that combines hydrogen and oxygen (taken from air), feeding the electric motor that rotates the wheel axle, and instead of carbon dioxide, only water vapor is expelled.

To fill the tank, hydrogen must be extracted from distilled water, separating oxygen from hydrogen by electrolysis. This process requires a considerable amount of energy, which should come from a clean source, preferably generated by the building where the recharging of vehicles occurs, in order to create a closed cycle.

The vast majority of buildings constructed today are equipped with solar panels, thermal and photovoltaic solar

la publicidad, contra la mentalidad moderna que impone la necesidad de tener un vehículo, y contra la actitud capitalista que exige consumir y poseer para disfrutar.

energy. In both cases the installation contributes to the overall expense of the use of a building, either generating electrical energy or heating water. The main disadvantage of using the sun as an energy source is that its use is

Fig. 5. Esquema del fomento de plataformas para trayectos compartidos.

Diagram of foster of platforms for shared journeys.

Pablo Izaga González. 2014



Fomentar plataformas para trayectos compartidos

La ocupación de un vehículo medio es mínima en la mayoría de los trayectos. El Departamento Estadounidense de Transporte publicó en 2003 que en el 78% de los trayectos de los vehículos privados los conductores viajaban solos, en el 12% de ellos dos personas y en el 10% de los casos tres personas. Para aumentar la eficiencia de los trayectos podemos fomentar y usar varias plataformas digitales (BlaBlaCar, CarPooling...), las cuales se encargan de poner a conductores y viajeros en contacto para que compartan un trayecto en coche y compartan los gastos.

Recursos

Para funcionar, el motor de los vehículos utiliza gasolina extraída del petróleo, un recurso natural cuya reserva se ve amenazada por la sobreproducción. Al mismo tiempo el motor de combustión expulsa dióxido de carbono a la atmósfera a través del tubo de escape. La tecnología ha avanzado en este sentido desarrollando un motor eléctrico que no genera gases contaminantes; sin embargo, al final la energía eléctrica que utiliza para funcionar sigue proviniendo del petróleo.

reduced to daylight hours, since electricity cannot be stored in any way. The greatest aspiration of self-sufficiency is to disconnect the blocks from the general energy supply network. Today this is a complicated step because of the limitations in the generation and storage of the energy generated.

The hydrogen vehicle could play a key role in the change. The tank of each vehicle (plus the general tank which supplies all vehicles) stores hydrogen, i.e. electricity. We attend to a radical transformation in the concept of the car: goes from being a ferocious consumer of resources to a battery. It becomes a live agent, part of the building equipment, with which it exchanges energy and information. When the building is not capable of generating energy from the sun (at night, or a cloudy day for example), these cars can generate electricity from hydrogen and provide it to the building. And not just the building. Associating an infrastructure of these characteristics (equipped with a sufficient amount of fuel cells) within several blocks of the surroundings, you can create a set of compensation, yielding energy when there is surplus and they cannot produce.

This type of vehicle and its updates are still on probation, with only a small number of operating units worldwide,

Fig. 6. Esquema del cambio de ser consumidor a una pila energética.

Diagram of the transformation from consumer to a fuel cell.

Pablo Izaga González. 2014



De consumidor a pila energética

En los últimos años se ha desarrollado otro tipo de vehículo: el vehículo de hidrógeno. Están dotados de una pila de combustible, un motor eléctrico y un tanque de hidrógeno que es su combustible. La pila de combustible crea electricidad a través de un proceso electroquímico que combina hidrógeno y oxígeno (tomado del aire), alimentando el motor eléctrico que hace rotar el eje de las ruedas, y en lugar de dióxido de carbono se expulsa vapor de agua.

Para llenar el depósito de hidrógeno hay que extraerlo de agua destilada, separando el oxígeno del hidrógeno mediante la electrólisis. Este proceso requiere una considerable cantidad de energía, que debería provenir de una fuente limpia, preferiblemente generada por el propio edificio donde se encuentra la recarga de los vehículos para que se produzca un ciclo lo más cerrado (autosuficiente)

and profitability of using this technology is still unproven. But this example serves to point the end of a period of the mobility based on oil.

Space

Finally, we turn to the most purely architectural section, as is the physical presence of the vehicle and place that we have given to it in the urban space and buildings.

From parking in streets to technical buildings and from blocks to superblocks

In terms of space, the car is the least efficient means of transport, considerably less than the bus or bicycle, especially when it is occupied only by the driver. Yet it is the most widely used, collapsing cities at peak times and occupying vast surfaces of urban space. To reduce the presence of the car in urban space, they can be withdrawn

posible.

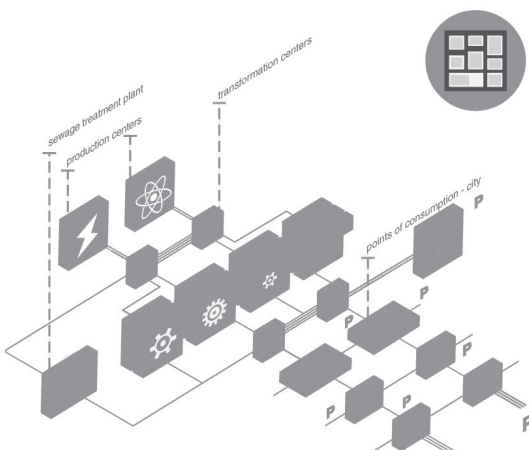
La gran mayoría de los edificios construidos en la actualidad están equipados con placas solares, de energía solar térmica o fotovoltaica. En ambos casos la instalación contribuye al gasto general que supone el uso de un edificio, ya sea generando parte de la energía eléctrica o calentando agua. La principal desventaja de utilizar el sol como fuente de energía es que su utilización se reduce a las horas de sol, ya que la electricidad generada no se puede almacenar de ninguna manera. La mayor aspiración de la autosuficiencia es poder desconectar las manzanas de la red general de abastecimiento, en este caso energético. Hoy en día éste es un paso complicado debido a las limitaciones en la generación y almacenamiento de la energía generada.

El vehículo de hidrógeno podría jugar un papel fundamental en el cambio. El tanque de cada vehículo (sumado al general que abastece a los vehículos) almacena hidrógeno, es decir, energía eléctrica. Asistimos a una transformación radical en la concepción del coche: pasa de ser un feroz consumidor de recursos a una batería eléctrica. Pasa a ser un agente vivo, parte del equipamiento del edificio, con el que intercambia energía e información. Cuando el edificio no es capaz de generar energía a partir del sol (de noche, o un día nublado por ejemplo), estos coches pueden generar energía eléctrica a partir del hidrógeno y cedérsela al edificio, o no sólo al edificio. Asociando una infraestructura de estas características (dotadas con una cantidad suficiente de pilas energéticas) a varias manzanas del entorno, se puede crear un juego de compensaciones, cediendo energía cuando haya excedente y éstas no puedan producir.

Este tipo de vehículos y sus actualizaciones se encuentran todavía en periodo de prueba, con tan sólo un reducido número de unidades operativas en todo el mundo, y la rentabilidad del uso de esta tecnología está todavía por demostrar. Sin embargo sirva este ejemplo para apuntar el final de un periodo de movilidad basado en el petróleo.

Espacio

Por último, pasamos al apartado más puramente arquitectónico, ya que trata de la presencia física del vehículo y el lugar que le hemos otorgado en el espacio urbano y en edificios.



Del aparcamiento en arcenes a edificios técnicos y de manzanas a supermanzanas

En términos de espacio, el coche es el medio de transporte menos eficiente, considerablemente menos que el autobús

in technical buildings.

In recent years there have been some actions in protest, in an attempt to reconquering the urban space. The Park (ing) Day is an international initiative which encourages people to pay for a parking space and occupy it with entertaining activities, or simply with a bench and some plants. But this does not cease to be anecdotal action. A real change proposal is that developed by the Urban Ecology Agency of Barcelona, gathering the conventional blocks in superblocks, 400x400 meters, where only vehicles of residents can drive, loading and unloading and emergencies. Although this project is indebted to the proposals made by Lucio Costa and Oscar Niemeyer in the 60s for the city of Brasilia, whose functioning was similar. Superquadras were large equipped blocks with pedestrian character, separated from vehicular lanes with lines of vegetation.

Conclusions

Technology upgrade happens daily; however, any change in architecture, and especially in urban planning, is a slow process that can last decades and even centuries. The historical centers we have inherited, which were designed for equine mobility, managed to incorporate the necessary transformations for the invasion of the car, and has been in the twentieth century (especially after the second half) when there has been an explosive expansion of cities with the car as a protagonist. But once overcome the modern approaches to urban planning, it is imperative that we begin to rethink mobility in the cities so that future generations enjoy a safe and pleasant urban space, in which people have the chance to establish meaningful relationships with others, with their neighborhoods, with the local culture and their own bodies.



Fig. 7. Esquema del cambio de aparcamiento en arcenes a edificios técnicos y de manzanas a supermanzanas. Diagram of the transformation from parking in streets to technical buildings and from blocks to superblocks. Pablo Izaga González. 2014

o la bicicleta, sobre todo cuando sólo es ocupado por el conductor. Aun así es el medio más utilizado, colapsando vías rodadas en horas punta y colmatando los arcenes cuando están estacionados. Para reducir la presencia del coche en suelo urbano se pueden construir edificios técnicos para albergarlos.

En los últimos años se han llevado a cabo actuaciones en señal de protesta, en un intento por reconquistar ese espacio urbano. El Park (ing) Day es una iniciativa a nivel internacional la cual propone que se pague por una plaza de parking para ocuparla con actividades de carácter lúdico, o simplemente con un banco y unas plantas. También podemos destacar una de las recetas urbanas de Santiago Cirugeda: alquilar una cuba de obra y situarla en la calle y hacer una pequeña intervención en ella para hacer alguna actividad. Pero estas no dejan de ser acciones anecdóticas. Una verdadera propuesta de cambio es la desarrollada por la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, agrupando las manzanas convencionales en una supermanzana, de 400x400 metros, y en cuyo interior sólo pueden circular vehículos de residentes, de carga y descarga y de emergencias. Aunque este proyecto es deudor de las propuestas realizadas por Lucio Costa y Oscar Niemeyer en los años 60 para la ciudad de Brasilia, cuyo funcionamiento era similar. Las superquadras eran grandes manzanas equipadas de carácter peatonal, delimitadas de las vías rodadas por un cordón de vegetación.

Bolsas de aparcamiento al aire libre

El problema de las bolsas de aparcamiento al aire libre está mucho más latente en Estados Unidos. Tal es la gravedad que algunos "centros" de las ciudades son ocupados por vastas superficies de aparcamientos al aire libre, desplazando la vida hacia las periferias.

La concentración de vehículos en bolsas también se produce en torno a eventos multitudinarios y en las inmediaciones de algunos focos de atracción, tales como estadios deportivos, parques de atracciones, ferias, festivales... Ya ocurre que estos lugares para aparcar se convierten en ocasiones en espacios de relación, y se equipan con puestos de comida rápida, bebidas, helados..., hecho que destapa las potencialidades que pueden tener estos lugares para la vida y el encuentro. Sin embargo, el asfaltado supone que el agua de lluvia no pueda filtrarse hacia el subsuelo, lo que aparte de evitar la circulación del agua hacia los acuíferos, puede provocar inundaciones si no se ha previsto la recogida y conducción en el caso de abundante lluvia. En lugar de un asfaltado común e impermeable, las superficies de aparcamiento pueden materializarse con un pavimento híbrido a través del cual pueda filtrarse el agua y que permita crecer algo de vegetación, suavizando también el impacto visual.

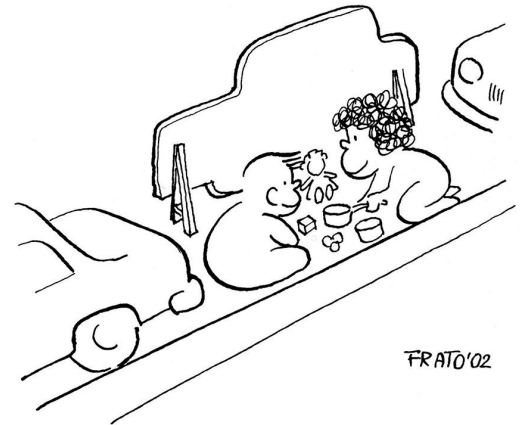
Aparcamientos en edificios

¿Es posible que el futuro de los vehículos sea habitar el interior de los edificios? Hasta ahora el lugar del coche ha sido mayoritariamente el subsuelo. Pero teniendo en cuenta los nuevos diseños, más pequeños y no contaminantes, es viable un cambio de su situación. El grupo Archigram ya planteó en la década de los 60 algunas propuestas que incluían el vehículo en el equipamiento del edificio. *Living 1990* (1967) anunciaba una futura vivienda sin separaciones verticales, dotada de unas instalaciones capaces de mutar a lo largo del día para permitir el desarrollo de las distintas actividades de los habitantes. Más parecido a un sofá que se desplazaba, el vehículo circulaba por el exterior y por el interior de esta vivienda.

A partir de la década de 1990 algunos estudios holandeses

como OMA o NL architects empiezan a realizar propuestas que combinan otros usos con el de aparcamiento, explorando la tipología del edificio de aparcamiento. Otra propuesta a destacar es la construida en 2010 en Miami, 1111 Lincoln Road, de Herzog & de Meuron. Se caracteriza por sus finas losas de hormigón colocadas a diferentes alturas entre ellas, creando así diversos espacios en sección: algunas plantas de altura libre mínima son destinadas a aparcamiento exclusivamente y otras con mucha que pueden ser usadas como lugar de celebraciones y acontecimientos como conciertos.

Los nuevos diseños de vehículos permiten hibridar el uso de aparcamiento con otros usos, o incluso compartir el mismo espacio, que iría variando de uso según la intensidad



de ocupación.

Conclusiones

La actualización de la tecnología está a la orden del día; sin embargo, cambios en la arquitectura, y más aún en el urbanismo, son un proceso lento, que puede llegar a durar décadas e incluso siglos. Los centros históricos que hemos heredado, los cuales fueron diseñados para la movilidad equina, lograron incorporar las transformaciones necesarias para la llegada del automóvil, y ha sido durante el siglo XX (especialmente a partir de la segunda mitad) cuando se ha producido la explosiva expansión de las ciudades con el coche como protagonista. Mas una vez superados los planteamientos modernos del urbanismo, es imprescindible empezar ya a replantearse la movilidad en las ciudades para que próximas generaciones disfruten de un espacio urbano seguro y agradable, en el que las personas tengan la posibilidad de establecer unas relaciones significativas con los demás, con el barrio, con la cultura local y con su propio cuerpo.

REFERENCES / REFERENCIAS

1. Datos de RAC Foundation. Data from RAC Foundation

Fig. 8. Viñeta.
Drawing.
Frato. 2002

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. RUEDA, S. et al. (2012). El urbanismo ecológico. Barcelona: BCNecologia (Agencia de Ecología Urbana).
2. GUALLART, V. (2012). La ciudad autosuficiente: Habitar en la sociedad de la información. Barcelona: RBA.
3. BEN-JOSEHP, Eran. (2012). ReThinking a Lot: The Design and Culture of Parking. Cambridge: The MIT Press 2012
4. BATES, J. y LEIBLING, D. (2012). Spaced Out. Perspectives on parking policy. Londres: Royal Automobile Club Foundation for Motoring
5. RIFKIN, J. (2011). The Third Industrial Revolution: How lateral power is transforming energy, the economy and the world. Palgrave Macmillan

Home

Presentación de la web, incluye una galería interactiva y la prensutación de los contenidos de la web

Productos

Buscador de empresas y productos de madera, por tipo de producto y localización

Info útil

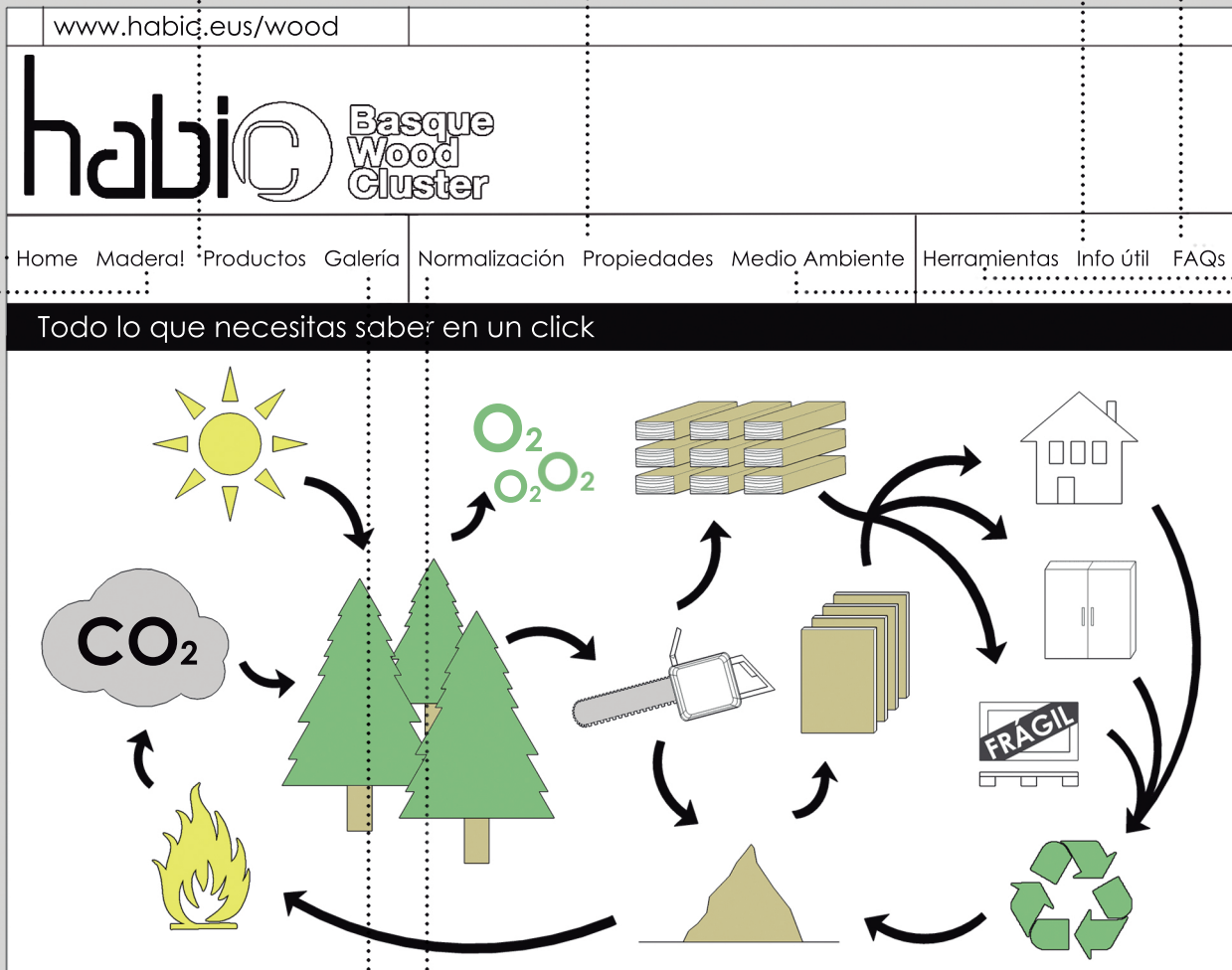
Publicaciones, noticias, calendario de ferias, programas de ayudas, enlaces de interés,...

FAQs

Todas las preguntas y respuestas sobre el material y el sector

Propiedades

Características técnicas de la madera local



Normalización

Normativa y caracterización de productos de madera

Madera!

Características principales de la madera local, historia y situación actual. Incluye un mapa interactivo con las principales especies en Euskadi

Medio Ambiente

Certificaciones, Gestión Forestal Sostenible, Cadena de Custodia, Ventajas medioambientales de la madera local,...

Galería

Ejemplos de obras y productos de madera Made in Euskadi

Herramientas

Herramienta informática gratuita para el cálculo estructural en madera

La integración de proyectos Smart City en los procesos de planificación urbana

Integrating Smart City projects into Urban Planning Processes

Patricia Molina Costa¹, Maider Arana Bollar¹, Carlos Jiménez Romera¹,

RESUMEN

El concepto de Smart City es aún difuso y está sujeto a diversidad de interpretaciones: desde visiones centradas en la incorporación de nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) para mejorar el funcionamiento y la gestión de la ciudad, hasta visiones más holísticas que hablan de una combinación de hardware tecnológico y software humano, infraestructuras y procesos sociales. Sin embargo, la mayoría de los proyectos Smart son soluciones sectoriales a problemas concretos, que no tienen en cuenta la multidimensionalidad del fenómeno urbano. Sin poner en duda su potencial, hay que reconocer que actualmente están desconectados de los procesos generales de la planificación urbana, que son los encargados de pensar y diseñar el futuro de la ciudad.

Los procesos de planificación urbana incluyen toda una serie de instrumentos de planificación territorial y sectorial, desde el planeamiento urbanístico a los planes estratégicos o los planes de movilidad. Ahora con la implantación de los proyectos Smart City se ha añadido un nuevo instrumento para crear la ciudad del futuro, pero apenas se ha pensado cómo puede o debe ser la integración de este nuevo elemento con los anteriores.

Como parte de la respuesta a este problema, se presenta una metodología para el desarrollo de una Estrategia Smart integrada, entendiendo este concepto como un instrumento al servicio de una visión de futuro: un proyecto de ciudad que impulse la sostenibilidad social (cohesión social, participación ciudadana), económica (desarrollo local) y ambiental (mejora del metabolismo urbano, conservación de los recursos naturales). Esta metodología, que se está aplicando a la comarca de Debabarrena (País Vasco), se apoya en cinco pilares clave (Innovación y Tecnología, Gobernanza, Planificación, Financiación, Modelo de desarrollo económico), de los cuales esta ponencia se centra en la integración con los procesos de Planificación.

Key words: Smart City, urban planning, sustainable development. Smart City, planificación urbana, desarrollo sostenible.

(1) Fundación Tecnalia Research & Innovation. División de Construcción Sostenible . E: carlos.jimenez@tecnalia.com

Introducción

Esta ponencia tiene como objetivo subrayar la importancia de integrar los proyectos y planes Smart City en los procesos habituales de planificación de la ciudad, utilizando el proceso de definición de la Estrategia Smart Debarrena (País Vasco) como caso de estudio.

Bajo la denominación de Smart City, o Ciudad Inteligente, encontramos una diversidad de enfoques que abarcan desde la prospectiva, como un proyecto de ciudad futurista⁽¹⁾, hasta la marca comercial genérica que engloba a una diversidad de productos para hacer realidad dicho escenario de futuro. A partir de una vaga definición en torno a la aplicación de las TICs al ámbito urbano, se ha ido ampliando la definición para abarcar aspectos como la formación del capital humano, la calidad de vida o la sostenibilidad urbana, de forma más o menos precisa. Así, cada ciudad, empresa o proyecto concreto define Smart City en función de sus necesidades particulares.

Aunque no haya como tal una definición explícita ni una teoría reconocida de la Smart City^(2,3), sí existen semejanzas entre los diversos proyectos y se han acometido diversos esfuerzos clasificatorios. Aunque resulta complicado hacer un seguimiento de los numerosos proyectos Smart City puestos en marcha en los últimos años, se puede identificar una serie de temas y ámbitos que comparten un número significativo de proyectos Smart City, así como ciertas diferencias a nivel regional⁽⁴⁾. La diversidad de los proyectos Smart City se puede analizar a partir de los ámbitos temáticos, los enfoques, los agentes participantes, los procesos de diseño e implementación, o los modelos de negocio. La Universidad Tecnológica de Viena ha definido una serie de indicadores para evaluar la "inteligencia" de las ciudades⁽⁵⁾, elaborando un ranking de ciudades europeas de tamaño medio a partir de un conjunto de indicadores agrupados en seis grandes áreas: *Smart Economy* (competitividad), *Smart People* (capital social y humano), *Smart Governance* (participación), *Smart Mobility* (transporte y TICs), *Smart Environment* (recursos naturales), *Smart Living* (calidad de vida).

Estos seis ámbitos, que también han sido empleados en otros estudios posteriores, describen bastante bien la diversidad de campos de aplicación de la Smart City, pero es preciso complementarlos con otros enfoques. Varios estudios diferencian entre soluciones basadas en el *hardware* o el *software*, o entre infraestructuras duras y blandas, según los proyectos se centren en la infraestructura de soporte o en el uso que se hace de la misma. También hay diferencias entre proyectos *top-down* que se enfocan a facilitar la mejor información a los gestores urbanos, proyectos *bottom-up* que se centran en dar herramientas para que los ciudadanos se impliquen más eficazmente en la gestión de su ciudad, así como otras soluciones *peer to peer* (P2P) que facilitan la relación horizontal entre agentes. Así mismo se puede distinguir entre proyectos sectoriales y otros de base territorial⁽⁶⁾. Por su parte, la Comisión Europea ha propuesto una visión de la Smart City centrada en la intersección entre tres sectores principales: energía, transporte, y tecnologías de la información y comunicación⁽⁷⁾. Es en este enfoque en el que se resaltan los potenciales de la Smart City en los aspectos ambientales y de sostenibilidad, que no estaban presentes en las definiciones anteriores⁽⁸⁾.

En cualquier caso, cualquier proyecto Smart City es el resultado de una combinación de tecnologías aplicadas a distintos ámbitos con distintos grados de madurez. En los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo de prospectiva desde las empresas tecnológicas, intentando imaginar

Introduction

This paper aims to highlight the importance of integrating Smart City projects into conventional urban planning, using the process of defining Smart Debarrena Strategy as a case study.

There is a variety of approaches under Smart City term which range from Future Studies trying to foresee the city of the future⁽¹⁾, to a generic trademark comprising a plethora of commercial products focused on making this future real. From a vague definition concerning the application of Information and Communications Technology (ICT) to the urban field, it has expanded its range to include aspects such as human capital formation, quality of life or urban sustainability, more or less accurately. Therefore, every city, company or project defines "Smart City" according to their particular needs.

Although there is no explicit definition as such, nor a recognized theory on Smart City^(2,3), there are similarities among the variety of projects and some classification efforts have been undertaken. Despite it is quite difficult to keep track of the many Smart City projects launched in recent years, there is a series of topics and fields shared by many of these projects, as well as certain regional differences⁽⁴⁾. The diversity of Smart City projects can be analyzed in terms of topics, methods, agents, design and implementation processes, or business models. A Vienna University of Technology research group has defined a set of indicators to assess the smartness of cities⁽⁵⁾, developing a ranking of medium-size European cities. This set of indicator is groups in six major areas: Smart Economy (Competitiveness), Smart People (Social and Human Capital), Smart Governance (Participation), Smart Mobility (Transport and ICT), Smart Environment (Natural resources), Smart Living (Quality of life).

These six areas have also been used in subsequent studies and describe quite well the diversity of application fields of Smart City projects, but we should complement it with other approaches. Other studies have emphasized the difference between *hardware* and *software* projects, depending on their focus on infrastructure or the people using it. There are also differences between *top-down* projects, focused on providing the best information to decision makers, *bottom-up* project, those focused on providing tools that help people to involve more effectively in the management of their city, and *peer-to-peer* (P2P) solutions that facilitate horizontal relations between agents. We can also distinguish between sectoral and spatial based projects⁽⁶⁾. On its behalf, European Commission has proposed a vision of Smart City focused on the intersection of three major topics: energy, transport and communication⁽⁷⁾. This approach has highlighted the potential environmental and sustainability dimensions of Smart City, not present in the previous definitions⁽⁸⁾.

In any case, every Smart City Project is a combination of more or less mature technologies applied to different fields. In recent years there has been a great deal of foresight studies from technology companies, trying to figure out new fields and possibilities for their technological developments, beginning to design specific products and services for the city. At the same time, the first implemented projects have shown the limitations of the traditional approach: the proper functioning of the city depends more on the correct interaction of the different existing tools than on the addition of new superb tools.

todos los campos y posibilidades de sus desarrollos tecnológicos, empezando a diseñar productos y servicios específicos para la ciudad. Al mismo tiempo, los primeros proyectos de aplicación han mostrado las limitaciones del enfoque tradicional: el buen funcionamiento de la ciudad no depende tanto de la superposición de herramientas como de su correcta interacción.

Smart City y planificación urbana

Los proyectos Smart son la última herramienta para diseñar el futuro de la ciudad que se superpone a todo el conjunto de instrumentos de planificación ya existentes. En algunos casos están sirviendo para que los distintos planes existentes se implementen con mayor eficiencia o eficacia, pero en otros casos está faltando la coordinación necesaria para sacar el máximo rendimiento a estos proyectos.

La planificación de la ciudad procede de distintos ámbitos de decisión (municipal, regional, estatal) y abarca distintas cuestiones, desde lo sectorial a lo territorial, desde las infraestructuras a las personas. Uno de los retos tradicionales de este modelo de planificación consiste en lograr que los distintos planes estén coordinados y se retroalimenten entre sí. Para ello, las nuevas tecnologías pueden resultar útiles simplificando y agilizando la gestión del ingente volumen de información que se maneja en estas labores, facilitando su uso por parte los distintos organismos de planificación y facilitando el intercambio de información entre los mismos. En este sentido, parece que las tecnologías deberían jugar un papel importante en la implantación de "Observatorios Urbanos" que recopilen de forma permanente toda la información necesaria para la planificación urbana.

Conseguir esto requiere un diálogo entre quienes diseñan herramientas y quienes realizan la planificación tradicional de la ciudad, para que ambas partes puedan reconocer las necesidades existentes y las oportunidades que surgen, pero también para promover una apertura hacia la innovación organizativa por parte de las entidades encargadas de la planificación. Las nuevas tecnologías pueden ser una oportunidad para la innovación, transformando la forma de trabajar de las instituciones, públicas y privadas, hacia un modelo más abierto y transversal, incorporando, por supuesto, la participación de la ciudadanía y de otros agentes que hasta ahora se han mantenido al margen.

Por otra parte, el propio contenido de la planificación debe empezar a reconocer las posibilidades pero también los requerimientos asociados a la Smart City, concepto que está cada vez menos limitado a una tecnología específica y se va ampliando para incluir la innovación en los procesos urbanos. En el marco de una sociedad del conocimiento la inteligencia de una ciudad pasa a medirse en términos de capital intelectual, incluyendo no sólo el conocimiento de las personas, sino también su capacidad para organizarse internamente y para relacionarse con otros agentes. En este sentido, las estrategias Smart no pueden concebirse como un mero añadido que se superpone a la ciudad existente, sino como una herramienta para mejorar en todos los aspectos de su funcionamiento y gestión, incluyendo la financiación y la implementación de sus planes de futuro.

Estrategia Smart Integrada

La estrategia desarrollada desde Tecnalía entiende el concepto Smart City como un instrumento al servicio de una visión de futuro: un proyecto de ciudad al servicio de una estrategia de transformación que impulse la sostenibilidad

Smart City and urban planning

Smart City project are the ultimate tool to implement the planned future of a city, overlapping the entire set of existing planning instruments. In some cases they are useful to implementing more efficiently the various existing plans, but in other cases they lack the necessary coordination to achieve their best performance.

Urban planning is a joint effort from various administrative scales (local, regional, national) covering a wide variety of topics, ranging from sectoral to spatial planning, from infrastructural to social issues. One of the traditional challenges of planning is to ensure that the various plans are coordinated and feedback each other. Smart technologies can be helpful to address this challenge simplifying and streamlining the management and interchange of the large bulks of data used by planning agencies. In this sense, Smart technologies should play a leading role in the implementation of "Urban Observatories" that gather on a continuous basis all the data needed in urban planning.

Achieving this integration requires a dialogue between those who design Smart City tools and those who perform traditional urban planning, so that both sides recognize existing needs and emerging opportunities, but also to promote openness to organizational innovation in planning agencies. Technology can become a new opportunity for innovation, transforming the way public and private agencies work towards a more open and transversal model, incorporating public participation of citizens and other agents previously sidelined.

Moreover, planning should itself begin to recognize the potential as well as the requirements associated with Smart City concept, which has expanded from its specifically technological origin to develop itself as a comprehensive approach to urban innovation. In the context of a knowledge society, the smartness of a city tends to be measured in terms of intellectual capital, including not only the knowledge acquired by people, but also their ability organize themselves and to interact with other agents. In this sense, Smart strategies should not be considered as a new layer that overlaps the existing city, but a tool to improve all aspects of their operation and management, including funding and implementation of planning.

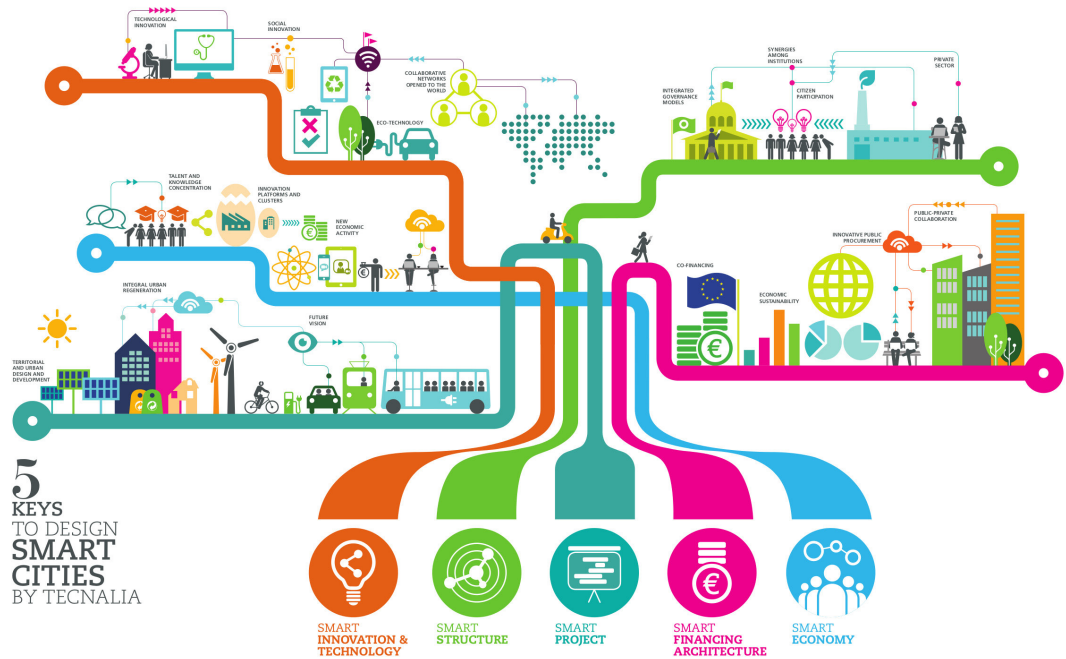
Integrated Smart Strategy

Tecnalía's methodology conceptualizes Smart City as a tool at the service of a vision, a city project at the service of a transformation strategy that promotes social, economic and environmental sustainability (favouring social cohesion and public participation; strengthening local economic development; improving urban metabolism and natural resources preservation).

This means not to replicate but to generate genuine projects adapted to the reality of each context and leading to the adoption of specific solutions. Each city or region should find its own Smart project, supported by their own strengths and opportunities, building local capacities in line with the idea of Smart Specialisation promoted by European Commission. Therefore we should be aware that common references of Smart City strategies come mainly from large cities, while there are few cases of small towns or scatteredly populated regions, and generic solutions are sometimes applied without properly analyzing the specific context. Moreover, many Smart City projects tend to be sectoral solutions to specific problems not taking into account the multidimensional nature and interrelated

Fig. 1. Pillars for the deployment of an Integrated Smart Strategy, 2014

Fig. 1. Pilares para el desarrollo de una Estrategia Smart Integrada, 2014 (9).



social (cohesión social, participación ciudadana), económica (desarrollo local) y ambiental (mejora del metabolismo urbano, conservación de los recursos naturales).

No se trata de replicar, sino de generar un proyecto genuino, adaptado a la realidad de cada lugar y que conducirá a adoptar soluciones específicas. Cada ciudad o región debe buscar su propio proyecto Smart City, apoyándose en sus fortalezas y oportunidades, desarrollando las capacidades locales, en consonancia con la idea de *Smart Specialisation* impulsada desde Europa. Para ello hay que tener en cuenta que los ejemplos de referencia de las estrategias Smart City son principalmente grandes ciudades y que apenas existen referencias para otro tipo de municipios y regiones, y en ocasiones se aplican soluciones genéricas sin un análisis específico de cada territorio. Así mismo, muchos proyectos Smart son soluciones sectoriales a problemas concretos, sin tener en cuenta la multidimensionalidad del fenómeno urbano, ni la interrelación entre los problemas. Por ello, la Estrategia propuesta trata de superar los enfoques sectoriales, apostando por las soluciones integradas que favorezcan la sinergia entre actuaciones.

Esta concepción de Estrategia Smart Integrada se apoya en 5 pilares: Innovación y Tecnología, Gobernanza, Planificación, Financiación y Desarrollo económico (Fig. 1), que se han identificado como clave para el adecuado despliegue de las estrategias Smart⁽⁹⁾.

- **Innovación y Tecnología:** Aplicación de la innovación y la tecnología a las ciudades y regiones para conseguir procesos más eficientes y con un menor consumo de recursos.
- **Gobernanza:** Implicación de todos los agentes, especialmente los ciudadanos, a través del desarrollo de modelos de gobernanza integrados.
- **Planificación:** Proyecto de ciudad sostenible a largo plazo, para el que la estrategia Smart City sirve como herramienta.
- **Financiación:** Nuevos modelos de financiación, a través de colaboraciones público-privadas, Compra Pública Innovadora, programas competitivos de los Fondos Estructurales Europeos 2014-2020, Proyectos

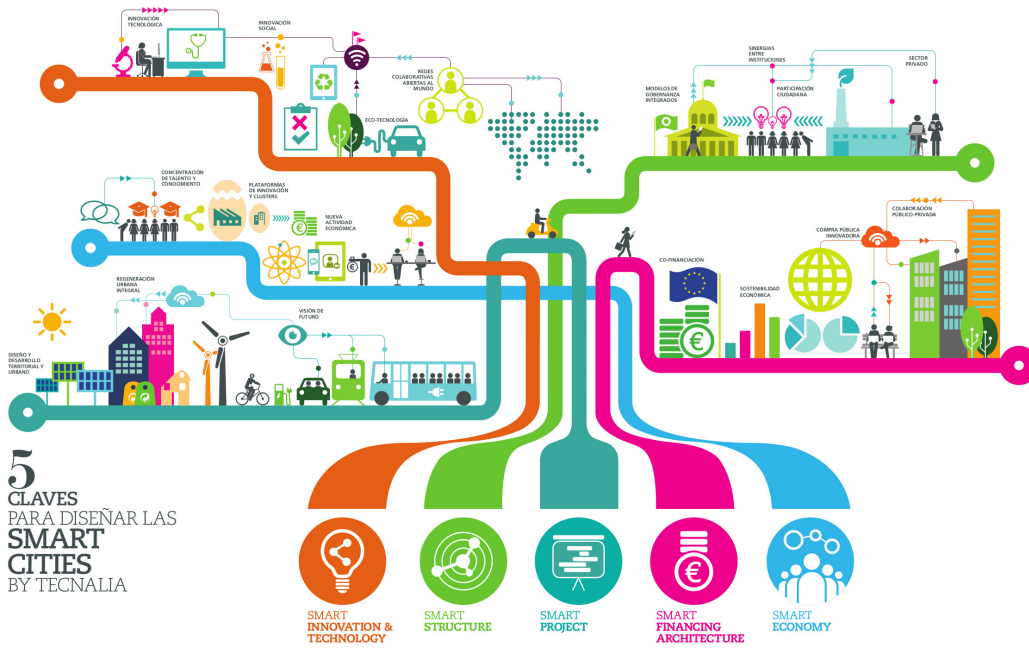
problems of urban phenomenon. Therefore, the proposed strategy seeks to overcome sectoral approaches in favour of integrated solutions that promote synergistic actions.

This concept of Integrated Smart Strategy is based on five pillars (Fig. 1) identified as key for the proper deployment of Smart Strategies⁽⁹⁾:

- **Smart Innovation and Technology**, applied to more efficient processes and lower resource consumption.
- **Smart Structure**, involvement of all stakeholders, especially citizens, in a new integrated governance structure.
- **Smart Project**, a tool at the service of a long term vision of the city future.
- **Smart Financing Architecture**, new funding models, through public-private partnerships, innovative public purchase and competitive programmes.
- **Smart Economy**, promotion of new economic sectors based on innovation and technology responding to open, transverse and emerging models.

This Integrated Strategy is built on a specific methodology, which begins with a launching process of local officials training in order to achieve their involvement in the strategy design process. Then we can start a socio-economic analysis of the town or region, using municipal data sources, including a SWOT analysis primarily focused on areas of action identified as having a greatest potential impact (built environment, energy and natural resources, transport and mobility, digital services for citizenship and e-government). In parallel, it is carried out an inventory and analysis of undertaken or planned actions by the local authorities that would contribute to a Smart Strategy, as well as a research of other best practices that could fit in the context and be easily transferable.

After this analysis and diagnosis task, it's time to defining the proposed Smart Strategy, defining the approach from the five pillars and its specific objectives that should be discussed and validated by local officials, decision makers and public opinion through a broad-based participatory process. Once validated, each strategic objective must be



de Innovación del Programa Horizon 2020, etc.

- Modelo de desarrollo económico:** Potenciación de nuevos sectores económicos basados en la innovación y la tecnología, que respondan a modelos abiertos, transversales y emergentes.

Esta Estrategia Integrada se construye a partir de una metodología específica de trabajo, que comienza con una jornada de lanzamiento del proceso y de capacitación de los técnicos municipales, buscando su implicación en el diseño de la estrategia. A partir de ahí, se procede a realizar un análisis socio-económico del municipio o región, a partir de los datos existentes proporcionados por los ayuntamientos, incluyendo un análisis DAFO centrado principalmente en los ámbitos de actuación identificados con mayor potencial de impacto (Edificación y Entorno Urbano, Energía y Medio ambiente, Transporte y Movilidad, y Servicios Digitales para la Ciudadanía y la Administración). En paralelo se realiza un inventario y análisis de las actuaciones iniciadas y planificadas en el municipio o comarca que puedan contribuir a una estrategia Smart, así como un estudio de buenas prácticas de experiencias cercanas y fácilmente trasladables, analizando su grado de aplicabilidad.

Después del trabajo de análisis y diagnóstico, se pasa a definir el modelo Smart propuesto, definiendo el enfoque respecto a los cinco pilares descritos y sus objetivos concretos, para ser contrastados y validados por los equipos municipales y sometidos a un proceso de participación lo más amplio posible. A continuación se definen las actuaciones vinculadas a cada objetivo, y su alcance y desarrollo territorial, y se comienza a definir una estrategia de implementación donde se fijan las fases de ejecución y la priorización de las actuaciones. Lo fundamental es que no se trata de una propuesta que surge desde las soluciones tecnológicas sino desde las necesidades identificadas y desde la voluntad de las organizaciones de cambiar su forma de trabajar.

Smart Debarbarrena

La metodología descrita está siendo aplicada en la comarca de Debarbarrena, formada por ocho municipios (Deba, Eibar, Elgoibar, Ermua, Mallabia, Mendaro, Mutriku y Soralueze) y

associated to specific actions, with a defined scope and intervention area, and a implementation procedure must be delineated with its timing and prioritization. The bottom line is that the proposal doesn't come from a technological solution, but from the identified needs and the willingness of local agents to change the way they work.

Smart Debarbarrena

The described methodology is being applied in the region of Debarbarrena, formed by eight municipalities (Deba, Eibar, Elgoibar, Ermua, Mallabia, Mendaro, Mutriku and Soralueze) totaling 72616 inhabitants, located in the provinces of Gipuzkoa and Bizakaia. The project has been driven by Debegesa, a regional society for economic development.

Debarbarrena is a region with a major presence of industry, with relative small by highly dense urban settlement, and a large percentage of rural population. Debarbarrena is in practice a networked territory: its main strength is the regional integration, while its main weakness is the high number of local administrative agencies. Debarbarrena built environment problems are related to lack of accessibility and energy efficiency, due to the age of building stock (built in 1960s). Furthermore, the topography and the spatial configuration of the settlements have contributed to the occurrence of high density urban fabrics with the presence of large industrial buildings, some of them fallen into disuse. This is also a region with strong energy dependence, primarily due to the high consumption of the industrial and transport sectors. In this regard, municipalities have so far focused on the installation of solar panels in municipal buildings and the improvement of public lighting systems to reduce energy consumption. As for mobility, Debarbarrena is well served in terms of transport infrastructure, but private car remains the main mode of transport, which, coupled with the limitations of urban fabric, creates a problem of congestion in urban areas. Regarding the use of ICTs, there remains a gender and age digital gap in the use of Internet, which has been reduced recently thanks to various training initiatives. As for telecommunications infrastructure, there are notable initiatives to improve services to citizens and stimulate economic growth through projects related to new technologies (Ermua broadband network, Eibar & Soralueze

72.616 habitantes, situada entre las provincias de Gipuzkoa y Bizakaia. Dicho proyecto ha sido impulsado por Debegesa, la Sociedad para el Desarrollo Económico de la comarca.

Debabarrena es una comarca con una presencia muy importante de la industria, con asentamientos urbanos relativamente pequeños pero con altas densidades, y un importante porcentaje de población rural, que constituye en la práctica un territorio en red, residiendo su principal fortaleza en la integración comarcal, y su principal debilidad en la multiplicidad de entidades administrativas. La edificación de los municipios de Debabarrena presenta problemas relacionados con la adecuación de los edificios a las necesidades de accesibilidad y eficiencia energética, debido a la antigüedad del parque edificado (década 1960). Por otro lado, la orografía y la configuración de los municipios han contribuido a un desarrollo urbano con alta densidad de viviendas y gran cantidad de edificios industriales en el casco urbano, algunos de ellos en desuso. Se trata además de una comarca con una fuerte dependencia energética, debido principalmente al alto consumo del sector industrial y el transporte y a su escasa contribución en la generación de energías renovables. En este sentido, los municipios han centrado hasta ahora sus actuaciones en la instalación de renovables (placas fotovoltaicas) en edificios municipales y en la mejora del sistema de alumbrado público para reducir el consumo. En cuanto a la movilidad, Debabarrena está bien comunicada en términos de infraestructuras, pero el automóvil particular sigue siendo el principal modo de transporte, lo que, unido a las limitaciones de la trama urbana, genera problemas de congestión en los núcleos urbanos. En cuanto al uso de las TICs, sigue existiendo una brecha digital de género y edad en el uso de Internet, que en los últimos años se ha ido reduciendo, gracias a diversas iniciativas formativas. Los servicios digitales son escasos, mientras que el desarrollo de la e-administración ha sido desigual entre los distintos municipios. En cuanto a infraestructuras de telecomunicaciones, existen iniciativas reseñables para mejorar los servicios a la ciudadanía y favorecer el crecimiento económico a través de emprendimientos ligados a las nuevas tecnologías (fibra ancha de Ermua, wifi de Eibar y Sorluze).

En este contexto, la Estrategia Smart debe ser una de las herramientas para avanzar en la visión a futuro de la comarca. Por tanto, debe necesariamente integrarse con los procesos de planificación y con otras iniciativas en marcha, tanto los de nivel local y comarcal, como los de nivel regional, estatal y europeo.

En este sentido, destacan especialmente dos procesos comarcales que esta Estrategia Smart ha tenido en consideración: el Plan Estratégico para el Desarrollo Sostenible de Debabarrena 2006-2010, impulsado por Debegesa y actualmente en proceso de revisión, y la Estrategia Energética de Debabarrena, actualmente en fase de Puesta en Marcha tras llevar a cabo un proceso de participación. También a nivel comarcal, destacan el Plan de Movilidad Sostenible (2005), Plan de acción de la Agenda 21 Local Debabarrena 2011-2015 y el Plan de empleo de Debabarrena 2012-2015. Asimismo, es necesario considerar los procesos de revisión de los Planes Generales de Ordenación Urbana de los ocho municipios, así como sus ordenanzas.

Desde un punto de vista estratégico, el modelo propuesto para Smart Debabarrena se ha construido teniendo en cuenta las prioridades de la Estrategia Europa 2020, formalizadas en 11 objetivos temáticos (10), que son los que orientan las inversiones del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y del Fondo Social Europeo (FSE), tanto

Wifi).

In this context, the Smart Strategy should be one of the tools to advance the vision for the future of the region. Therefore, it must necessarily be integrated with spatial planning and other ongoing initiatives at local, regional, national and European level. In this regard, it's worth to highlight two regional processes that the strategy has taken into account: the Strategic Plan for Sustainable Development Debabarrena 2006-2010, driven by Debegesa and currently under review, and Debabarrena Energy Strategy, currently under start-up phase after conducting a participatory process. Also at regional level, we can point at the Sustainable Mobility Plan (2005), the Local Agenda 21 2011-2015 Action Plan and the 2012-2015 Debabarrena Employment Plan. It is also necessary to consider the revision process of the Master Plans of the eight municipalities, as well as their urban ordinances.

From a strategic standpoint, the proposed Smart Debabarrena model has been built taking into account the priorities of the Europe 2020 strategy, formalized in 11 thematic objectives, which are to guide the investments of the European Regional Development Fund (ERDF) the European Social Fund (ESF), both at national and regional level. The specific objectives of the Smart Debabarrena Strategy mainly fall into the following thematic objectives:

T02) "Enhancing access to, and use and quality of ICT", improving data infrastructure, bringing digital services and tools to citizens, especially vulnerable groups, and moving towards open data systems.

T04) "Supporting the shift towards a low-carbon economy in all sectors", promoting the use of public transport and non-motorized means of transport, promoting integrated urban regeneration and energy rehabilitation of buildings, improving energy self-sufficiency of the region, as well as monitoring and improving energy management of municipal buildings and lighting systems.

T08) "Promoting sustainable and quality employment and supporting labour mobility", promoting open data as a generator of new technology-based enterprises and business models, and creating a platform for the development of digital solutions for the traditional industry of the region.

T011) "enhancing institutional capacity of public authorities and stakeholders and efficient public administration", improving municipal services and promoting e-government, transparency and citizen participation.

It is also considered important to align the model with the Smart Specialisation Strategy (RIS3) of the Basque Government, which serves as a framework for investment in R & D and identifies strategic priorities and niches of opportunity (Fig. 2). Specifically, the Smart Debabarrena Strategy focuses on the "Energy" priority of specialization and the "Planning and Urban Regeneration" niche of opportunity related to Territory.

Conclusions

Currently many municipalities and regions look for their way into the Smart City, often from an opportunistic position or a simple need to hop on a wave that promises funding opportunities. However, the definition of a Smart Strategy, an integrated and locally adapted strategy, is an opportunity for innovation in planning and implementation of the advances offered by new ICTs to make a more efficient use

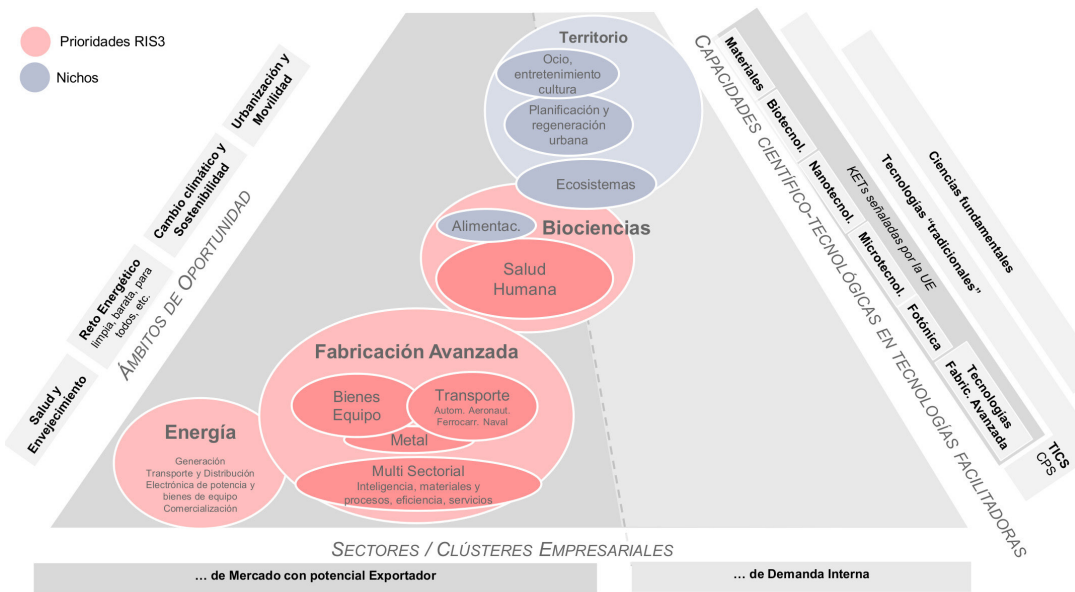


Fig. 2. Estrategia de Especialización Inteligente (RIS3) del Gobierno Vasco, 2014 (11)
Basque Government Smart Specialisation Strategy, 2014 (11).

a nivel nacional como regional. Los objetivos concretos de la Estrategia Smart Debabarrena se encuadran principalmente en los siguientes objetivos temáticos:

OT2) "Mejorar el uso y la calidad de las TIC y el acceso a las mismas", con propuestas como mejorar las infraestructuras de datos, acercar los servicios y herramientas digitales a la ciudadanía, especialmente a los colectivos vulnerables, y avanzar hacia la interoperabilidad de los sistemas de datos.

OT4) "Favorecer el paso a una economía baja en carbono en todos los sectores", promoviendo el uso de medios de transporte no motorizados y del transporte público, fomentando la regeneración urbana integral incluyendo la rehabilitación energética de la edificación, mejorando el autoabastecimiento energético de la comarca, monitorizando y mejorando la gestión energética de los edificios municipales y el alumbrado público.

OT8) "Promover el empleo y favorecer la movilidad laboral", potenciando el open data como generador de nuevas empresas de base tecnológica (nuevos modelos de negocio) y creando una plataforma para el desarrollo de soluciones digitales para la industria tradicional de la comarca

OT11) "Mejorar la capacidad institucional y la eficiencia de la administración pública", con propuestas de mejora de los servicios municipales, el desarrollo de la e-administración, la transparencia y la participación ciudadana.

También se considera importante alinear el modelo con la Estrategia de Especialización Inteligente (Smart Specialization Strategy, RIS3) del Gobierno Vasco, que sirve como marco de referencia para la inversión en I+D e identifica las prioridades estratégicas y los nichos de oportunidad (Fig. 2). En concreto, la Estrategia Smart Debabarrena se centra especialmente en la Prioridad de Especialización en "Energía" y el Nicho de Oportunidad "Planificación y Regeneración Urbana" asociado al Territorio.

Conclusiones

Actualmente muchos municipios y territorios buscan su camino hacia la Smart City, muchas veces desde una posición oportunista o de simple necesidad de subirse a

of resources, provided these new technologies are used to move towards a more sustainable city future.

una ola que promete oportunidades de financiación. Sin embargo, la definición de una Estrategia Smart, entendida de manera integrada y adaptada a las necesidades locales, es una oportunidad para innovar en los procesos de planificación y aplicar los avances que ofrecen las nuevas TICs para hacer un uso más eficiente de los recursos, siempre que se utilicen para avanzar hacia un modelo de ciudad futura más sostenible ambiental, económica y socialmente.

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. UK Government Office for Science (2014): Future of cities: origins, meanings and uses. London: Foreign Project, Future of Cities Collection. <https://www.gov.uk/government/collections/future-of-cities>
2. Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). "Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives." *Journal of Urban Technology* 22(1): 1-19.
3. Harrison, C. & Donnelly, I. A. (2011). "A theory of smart cities." In Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS-2011, Hull, UK (Vol. 55, No. 1).
4. Neirótti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). "Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts." *Cities* 38, 25-36.
5. Giffinger, Rudolf; Gudrun, Haindlmaier (2010): "Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities?" *ACE: Architecture, City and Environment*, 4 (12): 7-26.
6. Angelidou, M. (2014). "Smart city policies: A spatial approach." *Cities*, 41, S3-S11.
7. European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities (EIP-SCC): http://ec.europa.eu/eip/smartcities/index_en.htm
8. Kramers, A., Höjer, M., Lövehagen, N., & Wangel, J. (2014). "Smart sustainable cities—Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities." *Environmental Modelling & Software* 56, 52-62.
9. Azkarate, G. y Espiga, F. (2014): "Hacia un futuro inteligente. Cinco claves para diseñar las Smart Cities". Fundación Tecnalia Research & Innovation, Derio.
10. Regulation (EU) No 1303/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 laying down common provisions on the European Regional Development Fund, the European Social Fund, the Cohesion Fund, the European Agricultural Fund for Rural Development and the European Maritime and Fisheries Fund. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013R1303>
11. RIS 3 EUSKADI. Prioridades estratégicas de especialización inteligente de Euskadi. https://www.irekia.euskadi.eus/assets/attachments/4633/prioridades_estrategicas201404_ris3_gobierno_vasco.pdf

Bioconstrucción del paisaje nuclear: montículos, vacíos e islas

Bioconstruction of Nuclear Landscape: Mounds, Voids and Islands

Cristina Jorge Camacho¹

RESUMEN

El trabajo analiza la transformación y adaptación paisajística del área de seguridad de las centrales nucleares, especialmente en ciudades de países emergentes como las múltiples oportunidades que ofrece dicho área en la central nuclear de Koeberg en Ciudad del Cabo, Sudáfrica y al mismo tiempo mira hacia atrás para observar la transformación del paisaje tras los accidentes acontecidos en tres centrales nucleares: Three Miles Island (marzo 1979), Chernobyl (abril 1986) y Fukushima (marzo 2011).

Por una parte, los tres círculos de protección en la planta nuclear de Koeberg (2 km., 5 km. y 16 km.) abarcan una reserva natural protegida, una zona de playas surfistas, diversas plantaciones agrícolas, un área residencial de lujo y varias subestaciones eléctricas. Al estar situada en el frente costero del océano Pacífico precisa de medidas de protección frente a la subida del nivel del mar o a catástrofes naturales mediante sistemas dinámicos de defensa que amplían la superficie de terreno hacia el mar y ofrecen un apoyo a los sistemas rígidos tradicionales de diques y muros defensivos, estableciendo actuaciones híbridas de sistemas fijos y dinámicos. Al estar el centro de estos círculos en la zona costera las áreas de protección son equidistantes en su relación tierra-agua y de esta forma anulan el predominio que las instalaciones de producción de electricidad tienen frente a las de suministro de agua potable. Las intervenciones topográficas en el paisaje se pueden dividir en taludes, vacíos e islas:

- Los taludes responden en un primer plano como defensa natural frente a las embestidas marítimas a través de arrecifes artificiales para reducir la altura de las olas y disipar la energía marítima antes de que llegue a impactar sobre la costa. En un segundo plano protegido estas construcciones diagonales sirven para contener los depósitos reforzados en seco de los residuos tratados de las centrales nucleares y median con planos diagonales entre la horizontalidad del terreno y la verticalidad de los reactores.
- Los vacíos se utilizan como método de adaptación costera con la intención de hacer sitio para que pueda llegar a ser ocupado posteriormente por las crecidas y las inundaciones. Son ideas de uso, en vez de programa e implican reflexiones sobre movilidad, atmósfera, procesado y resiliencia como elementos esenciales para calibrar la relación entre los habitantes y la experiencia espacial.
- Las islas son superficies artificiales consideradas como esa parte del terreno que puede ser erosionada o empujada por las olas y crecer verticalmente a través de sedimentos; es decir, forman parte de las construcciones dinámicas de terreno como medidas de defensa marítima y al mismo tiempo pueden almacenar la energía excedente de otras instalaciones energéticas cercanas como campos solares o eólicos a través de micro centrales de energía hidráulica situadas en su interior.

Por otra parte, las múltiples aplicaciones no eléctricas que se pueden disponer aprovechando la energía excedente que genera una central nuclear, permiten crear tecnologías de cogeneración mediante intervenciones topográficas determinando nuevos paisajes de taludes, vacíos e islas: salinas, plantas desalinizadoras, centrales generadoras de hidrógeno, centros de investigación de nuevos sistemas de transporte (drones, barcos de propulsión nuclear, submarinos nucleares, suplementos nucleares para naves espaciales), calefacciones centrales de uso urbano o centros de interpretación de reservas naturales. Todas estas actuaciones concentradas en los círculos de seguridad permiten reducir el impacto ambiental de la quema de los combustibles sólidos de otras centrales dispersas por el territorio.

Finalmente el horizonte de aquello que es posible en las áreas afectadas por los accidentes nucleares gradualmente se irá abriendo hacia áreas privilegiadas de receptividad a la diversidad biológica y a la apertura de laboratorios el aire libre de nuevos sistemas de energía, de producción agrícola y de recursos hídricos.

Key words: Smart City, urban planning, sustainable development. Smart City, planificación urbana, desarrollo sostenible.

(1) School of Architecture, Alcalá de Henares University (UAH) . E: cristina.jorge@uah.es

Introducción

La bioconstrucción como el sistema de construcción realizado con materiales reciclados que minimizan el impacto sobre el medio ambiente se puede aplicar en las áreas de seguridad que rodean las centrales nucleares actuales, en concreto en la planta nuclear de Koeberg, Ciudad del Cabo, Sudáfrica, analizando cómo han evolucionado los territorios afectados por accidentes en centrales nucleares: Three Miles Island (Marzo 1979), en Chernobyl (Abril 1986) y en Fukushima (Marzo 2011).

¿Cómo es posible usar y proteger el paisaje de protección que rodea una central nuclear situada cerca de la costa o en la ribera de un río? Tanto los ríos como los océanos son agentes con múltiples facetas -ecológicas, culturales, económicas y políticas- que proporcionan recursos de comida, bebida, riego, salubridad y transporte y también grandes riesgos como las inundaciones y las sequías. También se han convertido en fuentes de agua fría para refrigerar el vapor de agua, después de pasar por las turbinas para producir electricidad y por este motivo, es necesario preservar estas fuentes naturales de agua y el ecosistema marino que albergan. Mientras en las áreas costeras de protección es posible desplegar otras intervenciones como montículos de protección costera con almacenamiento de combustible, vacíos de salinas con plantas desalinizadoras o islas de energías renovables⁽¹⁾.

Paisaje de la Central Nuclear de Koeberg, Ciudad del cabo, Sudáfrica

Los radios de las áreas circulares de seguridad de la Central Nuclear de Koeberg son: 2 km, 5 km (PAZ) y 16 km (UPZ). Koeberg es la única central nuclear comercial en África, emplea dos reactores de agua presurizada (PWR) de 900MW y dispone de los mayores generadores de turbina (WTG) del hemisferio sur.

Parámetros termodinámicos Central Nuclear de Koeberg
Coordenadas: 34.0 S 18,6 E
Elevación: 44m
Tª Max: 26,5°C (Febrero)
Tª Min: 7.0°C (Julio)
Pluviosidad media: 515 mm/año
Humedad media: 44%
Viento 0-14m/s Verano S (tormentas de arena) / Invierno N

Introduction

Bio-construction as the using of processes that are environmentally responsible and resource-efficient throughout a building's life-cycle can be applied to the future landscapes of safety areas of nuclear power stations, particularly Koeberg nuclear center in Cape Town, South Africa and, at the same time, looking backward and seeing possibilities at responses, and consequences of the nuclear power plants accidents: Three Mile Island (March 1979), Chernobyl (April 1986) and Fukushima (March 2011).

How can we use and protect the value of the landscape which surrounds a nuclear power station located closed to the ocean or a river by several safety protection cycles?. Rivers and oceans are multi-faceted ecological, cultural, economic, and political agents, providing resources such as food, water, irrigation, sanitation, and transportation- and liabilities including flooding and drought. Both of them are cool water sources because of the steam must be cooled after it runs through a turbine to produce electricity and for that reason it is necessary to preserve water natural sources and ocean wildlife. At the same time the coastal area provides the possibility of topographical intervention by mounds of protection with foil storage, voids of salt stepper with desalinizations and islands of renewable energies [1].

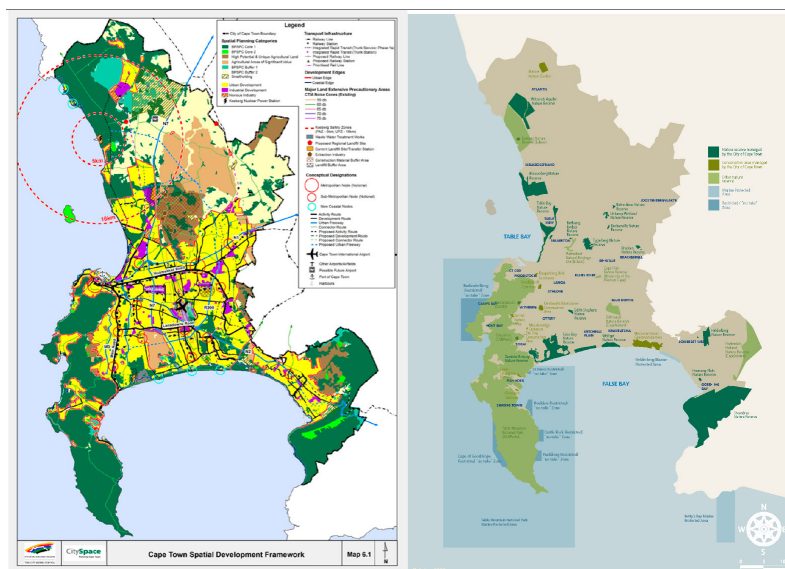
The Landscape of Koeberg Nuclear Power Station, Cap Town, South Africa, 2015

The safety areas Koeberg nuclear power station are: 2km, 5km (PAZ) and 16km (UPZ). Koeberg is the only commercial nuclear power station in Africa and has two pressurized water reactor (PWR) units of 900MW. It boasts the largest turbine generators in the southern Hemisphere .

Thermodynamic/climatic parameters Koeberg Nuclear Power Station
Coordinates: 34.0 S 18,6 E
Elevation: 44m
Tª Max: 26,5°C (February)
Tª Min: 7.0°C (July)
Average Pluviosity: 515 mm/year
Average Humidity: 44%
Wind 0-14m/s Summer S (Sand storms) / Winter N

Fig. 1. Mapa de las áreas de protección de la Central nuclear y de la Reserva natural de Koeberg (www.futurecapetown.com/) Natural Reserves, A network of amazing biodiversity. Cap Town Natural Conservation, 2012.

Safety areas of Central Nuclear y Natural reserve of Koeberg (www.futurecapetown.com/) Natural Reserves, A network of amazing biodiversity. Cap Town Natural Conservation, 2012.



Las áreas de seguridad de las centrales nucleares están localizadas en el océano y en la tierra de forma simétrica, por ello es importante considerar los dos lados que afectan los radios de protección para poder aplicar medidas de protección costera y del ecosistema marino, tecnologías de cogeneración y transformaciones productivas.

Límite oceánico

En el lado oceánico, estas áreas de seguridad de las centrales son los mejores lugares para implantar medidas experimentales que sirvan para mitigar la erosión y prevenir las inundaciones con islas como medidas dinámicas que permiten la aparición de playas y dunas, con diques y montículos fijos de contención; o bien, una combinación de ambos métodos con la intención de preservar la biodiversidad marina.

- Islas energéticas. Como recursos energéticos alternativos, las islas artificiales pueden almacenar el exceso de energía -centrales nucleares, campos solares, molinos de viento- en los periodos valle durante la noche, para abastecer la red local de electricidad durante los periodos pico, utilizando como forma de almacenamiento las plantas hidráulicas de bombeo (100\$ kW/h).
- Fuentes energéticas descentralizadas. La producción de energía paralela en las centrales nucleares, las plantaciones solares, eólicas o las centrales hidroeléctricas supone un suplemento de energía como bypass que pueda garantizar el suministro en caso de caída de tensión en la red que supone el 98-99% de los casos.

Límite costero

En el lado de la costa, se producirían nuevos sistemas de almacenamiento y de aplicaciones no eléctricas de la energía nuclear.

- Montículos de almacenamiento y protección. Existen tres formas de almacenamiento del combustible empleado en los reactores: piscinas de baja densidad, módulos duros de almacenamiento y módulos dispersos de almacenamiento en seco. Las centrales nucleares y sus depósitos de almacenamiento son radiografías del poder visibles desde Google Earth.
- Vacíos con salinas. Las salinas solares en climas secos y ventosos realizan el proceso de obtención de sal de forma natural por evaporación en el agua del mar (3,5% de salinidad) o mediante estanques llamados condensadores con el agua mineral de los manantiales.
- Vacíos con plantas desalinizadoras. Dentro de las plantas de cogeneración se emplean combustibles fósiles o nucleares (en el caso de grandes superficies) en el proceso de eliminar la sal y otros minerales del agua del mar para producir agua potable y de riego.
- Islas de producción de hidrógeno. La energía nuclear produce calor al cambiar el agua a vapor y electricidad al romper el vapor de agua en hidrógeno y oxígeno. Este proceso de electrolisis es más eficiente que el gas natural o el carbón y menos caro.
- Islas de calefacción urbana centralizada. Existen áreas residenciales que podrían beneficiarse del calor desprendido de los reactores nucleares para la producción de calefacción urbana centralizada -más eficiente que la suma de calefactores individuales-, cuyo circuito estaría completamente separado del

The safety areas of Koeberg nuclear plant are located on the ocean and coastal zones symmetrically. So the approaches for adapting coastal areas to sea level is a priority matter in these cases of nuclear station protection and for preserving ocean biodiversity, as well as for cogeneration technologies and productive transformations.

Ocean Edge

On the ocean side, these security areas are the best locations for a showcase of new methods that will be used to mitigate erosion and prevent flooding, with a combination of soft sea defenses with a natural appearance through beaches and dunes and hard levees and boulevards, and combinations of both types like hybrids.

- Energy atoll. As other energy sources, when other energy production -nuclear power station, wind or solar farm- produces excess of energy for the local electricity grid, such as off-peak times in the overnight hours, energy Islands will storage the energy and release it later during peak times. It would use the most cost-effective bulk energy storage: pumped hydro (100\$ kW/h).
- Decentralized energy sources. There are separated production of energy in nuclear power plants, solar or wind farms or pumped hydroelectric facilities whose distributed supply that bypass the grid can boost day-to-day reliability, because about 98-99% of power failures originate in the grid.

Coastal Edge

On the land side, new storage methods and non-electrical applications of nuclear energy will be defined.

- Mounds of protection and storage. There are three robust storage of spent fuel: low-density pools, hardened dry-storage modules and mounds of dispersed dry-storage modules. Thus, nuclear power plants and their spent fuel can be regarded as deployed radiological weapons, because they are visible from Google Earth.
- Voids of salt steppes. Solar salt is the least expensive technology available favored by a dry and windy weather and it is produced by natural evaporation of seawater (3,5% salinity) or mineral-rich spring water in shallow ponds called condensers.
- Voids of desalination plants. As the process chain of remove some amount of salt and other minerals from saline to produce fresh water suitable for human consumption or irrigation, the majority of current and planned cogeneration desalination plants use either fossil fuels or nuclear power (nuclear-powered desalinations might be economical on a large scale) as their source of energy.
- Islands of hydrogen production. The nuclear energy produce heat for changing water into steam and the electricity for breaking the steam down into hydrogen and oxygen. This process, termed electrolysis, is more efficient than natural gas or coal and less expensive.
- Islands of district heating. There are residential areas which could be benefit from nuclear reactor for heat production. District heating plants can provide higher efficiencies and better pollution control than localized boilers and all district heat systems would be completely separate from the plant's radioactive circuit.
- Islands of transport research (airplanes, ships,

circuito del combustible radiactivo.

- Islas de investigación sobre los medios de transporte (aeroplanos, barcos, submarinos y naves espaciales). Los barcos de propulsión nuclear, los combustibles nucleares de las naves espaciales en misiones de media o larga duración, así como los submarinos nucleares que transportan combustible (gasolina, gas natural licuado y hidrocarbonatos líquidos) son objeto de investigación.
- Islas de reservas naturales. Una reserva natural de 3000 Ha rodea la Central Nuclear de Koeberg -ambas son propiedad de la empresa Eskom- y contiene 150 especies de pájaros, múltiples especies de mamíferos pequeños y un extenso acuífero subterráneo, del cual la municipalidad de Blaauwberg extrae 6000 millones de litros al año para abastecer a la ciudad de Atlantis.

Paisaje de la Central Nuclear Three Mile Island, Middletown, Harrisburg, United States, 1979

Los radios de las áreas circulares de seguridad de la Central Nuclear de Three Mile Island son: 8 km, 16 km (PAZ) y 30 km (UPZ). Está situada cerca de Harrisburg y tiene dos reactores de agua presurizada (PWR): la unidad 1 es de 800MW y entró en servicio en 1974, mientras la unidad 2 era de 906 MW y después del accidente nunca fue puesta en funcionamiento de nuevo.

Parámetros termodinámicos Central Nuclear Three Mile Island
Coordenadas: 40°16'11"N 76°52'32"W
Elevación: 98m
Tª Max: 24,4 °C (Julio)
Tª Min: -1,2 °C (Enero)
Pluviosidad media: 40% / Nieve media 77,7cm/año
Humedad media: 48%
Viento: 0-7m/s Verano W / Invierno NW

submarines, spacecraft). Nuclear powered ship propulsion, space missions of medium and long duration with nuclear energy and nuclear submarines for fossil fuel transportation (oil, liquefied natural gas and liquid hydrocarbons) are under investigation.

- Islands of natural reserves: Koeberg Nuclear Plant is surrounded by a 3000 ha private game reserve owned by Eskom, containing more than 150 species of birds and half a dozen small mammal species. A hidden natural asset within the reserve is a large aquifer or underground lake. The Blaauwberg Municipality pumps approx. 6 000 million liters of water per year from the aquifer for the town of Atlantis, supplying the whole town's water needs.

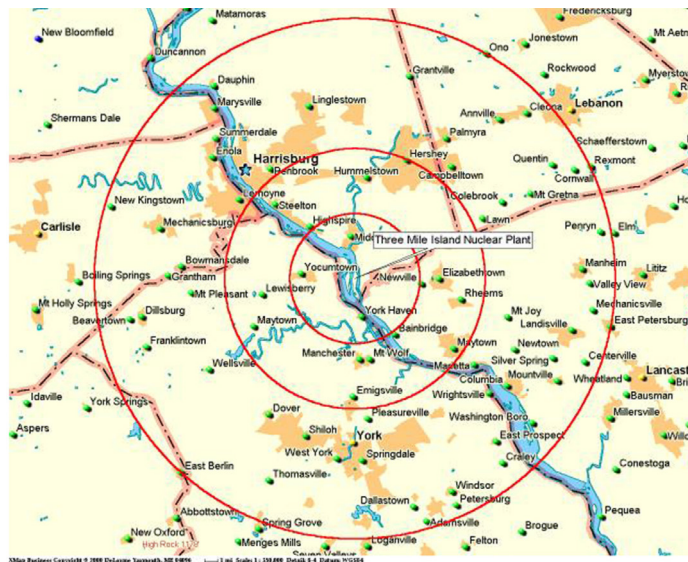
The Landscape of Three Mile Island in Harrisburg, United States, 1979

The exclusion area Three Mile Island nuclear power station are: 8 km, 16 km (PAZ) and 30 km (UPZ). The Three Mile Island power station is near Harrisburg, Pennsylvania in USA. It had two pressurized water reactors. One PWR was of 800 MWe and entered service in 1974. Unit 2 was of 906 MWe, almost brand new and never reopen.

Thermodynamic/climatic parameters Three Mile Island Nuclear Power Station
Coordinates: 40°16'11"N 76°52'32"W
Elevation: 98m
Tª Max: 24,4 °C (July)
Tª Min: -1,2 °C (January)
Average Pluviosity: 40% / Average Snow 77,7cm/year
Average Humidity: 48%
Wind: 0-7m/s Summer W / Winter NW

On March 28, 1979, at Three Mile Island nuclear power plant in Pennsylvania a cooling malfunction caused part of the core to melt in the # 2 reactor. The TMI-2 reactor was destroyed. Some radioactive gas was released a couple of

Fig. 2. Mapa de las áreas de seguridad de la Central nuclear de Three Mile Island. Global nuclear Contamination Watch. (www.globalnuclearcontaminationwatch.com/nuclear-radiation-info/the-dangers-of-high-level-nuclear-radiation/nuclear-accidents/)
Safety areas of Central Nuclear de Three Mile Island. Global nuclear Contamination Watch. (www.globalnuclearcontaminationwatch.com/nuclear-radiation-info/the-dangers-of-high-level-nuclear-radiation/nuclear-accidents/)



El 28 de marzo de 1979 un mal funcionamiento de sistema de refrigeración causó la fusión del núcleo del reactor 2 (TMI-2) que quedó destrozado. Parte del gas radiactivo fue liberado días después del accidente, pero sin superar los niveles admisibles para la población local.

Diversos reportajes fotograficos evidencian el impacto social y cultural de la Central Nuclear de Three Mile Island:

days after the accident, but not enough to cause any dose above background levels to local residents.

Several photographic reports show the social and cultural impact of Three Mile Island Nuclear Power Station:

- *New Topographies: Photographs of a Man-Altered Landscape* (William Jenkins (ed.) 1975) had

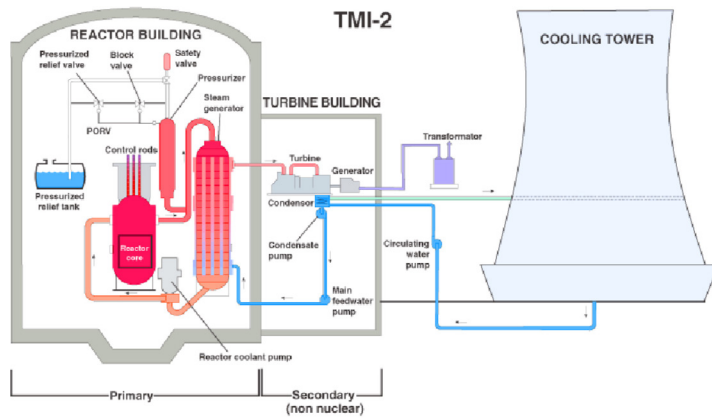


Fig. 3. Esquema del reactor 2 de la Central Nuclear de Three Mile Island. World Nuclear Association (1999), 'Three Mile Island Nuclear Power Station' GPU Nuclear Corp. 10 briefing papers.

Reactor diagram 2 of Central Nuclear de Three Mile Island. World Nuclear Association (1999), 'Three Mile Island Nuclear Power Station' GPU Nuclear Corp. 10 briefing papers.

- *New Topographics: Photographs of a Man-Altered Landscape* (William Jenkins (ed.) 1975) fue una exposición que tuvo gran responsabilidad en la renovación de la fotografía de paisaje, por su atención a los aspectos culturales y al descuidado uso de la tierra.
- *1984: A view from Three Mile Islands in a calendar* (Lisa Lewenz, 1984) pertenece a una serie de fotografías planas en blanco y negro sobre plantas nucleares tomadas desde el interior de los hogares.
- *Encapsulation and Storage Facility, Chernekov Radiation, Hanford Site, U.S. Department of Energy, Southeastern* (Taryn Simon, 2013) es una imagen que muestra una piscina de agua con 1.935 capsulas de acero inoxidable de almacenamiento de material radiactivo.

responsible aspects in its renovation of landscape photography, in its attention of cultural landscape and in its description of careless land use.

- *1984: A view from Three Mile Islands in a calendar* (Lisa Lewenz, 1984) is a photographic work that creates an analysis of landscape as a social production. 1984 calendar featuring black and white photographs of nuclear power plants was taken from inside homes
- *Encapsulation and Storage Facility, Chernekov Radiation, Hanford Site, U.S. Department of Energy, Southeastern* (Taryn Simon, 2013) shows a pool of water at Hanford Site with 1,936 stainless-steel nuclear-waste capsules.

The Landscape of Chernobyl area in the Ukraine, 1986

The exclusion area Chernobyl Nuclear Power Station is 30 km. The region has 2,252m2 area and is drained by Pripyat, Uzh, Teterev Rivers. The nuclear plant had four reactors RBMK-1000 in active, two under construction at the time of the accident and other four on draft implementation plan.

Paisaje en la Central Nuclear de Chernobyl, Uraine, 1986

El radio del área circular de exclusión de la Central Nuclear de Chernobyl es: 30 km (UPZ). Situada en un área de 2.252m2 con drenaje a través de los ríos Pripyat, Uzh y Teterev, utilizó cuatro reactores tipo RBMK-1000, más dos en construcción en el momento del accidente y otros cuatro en proyecto.

Thermodynamic/climatic parameters Chernobyl Nuclear Power Station
Coordinates: 40.2697° N, 76.8756° W
Elevation: 127m
T° Max: 24°C (July)
T° Min: -5°C (January)
Pluviosity: 93-255 mm/month / Average Snow: 77,7cm/year
Average Humidity: 64-96%
Wind: 5-33m/s Summer E / Winter NE

Parámetros termodinámicos Central Nuclear de Chernobyl
Coordenadas: 40.2697° N, 76.8756° W
Elevación: 127m
T° Max: 24°C (Julio)
T° Min: -5°C (Enero)
Pluviosidad media: 93-255 mm/mes / Nieve media: 77,7cm/año
Humedad media 64-96%
Viento: 5-33m/s Verano E / Invierno NE

On April 26, 1986, the reactor 4 had a fatal meltdown. Rain contaminated with radioactive material fell as far away as Ireland. 600,000 people were exposed to high levels of



Fig. 4. Mapa de las áreas de seguridad de la Central Nuclear de Chernobyl. Seed in Chernobyl. 2012, Slovak Academy of Science (www.chernobylproteomics.sav.sk/home).

Safety areas of Chernobyl Nuclear Power Plant. Seed in Chernobyl. 2012, Slovak Academy of Science (www.chernobylproteomics.sav.sk/home).

El 26 de abril de 1986 el reactor 4 sufrió una fusión del núcleo y fue liberado material radiactivo que mediante lluvia contaminada llegó hasta Irlanda. Más de 600.000 personas estuvieron expuestas a altos niveles de radioactividad y casi 336.000 personas tuvieron que ser evacuadas y realojadas en otras localidades.

Actualmente, gran parte de los 30km del área de protección están cubiertos por bosques de pinos resultado de los cientos de miles de árboles plantados tras retirar una capa de tierra superficial para reducir la expansión del polvo radiactivo. Algunos de estos árboles que han reemplazado a las praderas poseen largas ramas y su crecimiento es más propio de arbustos que de árboles. Allí la fauna ha podido sobrevivir y ha aumentado exponencialmente el número de mamíferos como el lobo gris, el oso pardo o el jabalí salvaje. El reto científico está en saber qué está sucediendo con las plantas y el ADN de estos animales⁽²⁾.

- *Seeds in Chernobyl* (Klubíková K, Vesel M, Rashydov NM, Hajduch M., 2007) es un proyecto para producir semillas fértiles que puedan incrementar la resistencia a los metales pesados y modificar el metabolismo del carbono⁽³⁾.
- *Development of the tourist infrastructure* (Ageeva Arina, 2011) es un proyecto de arquitectura con infraestructuras para el turismo, la actividad científica, industrial y medioambiental y, finalmente, la atracción de capital.
- *Postcard from Pristpyat* (Daniel Cooke, 2014, 3" <http://vimeo.com/112681885>) es un video de que muestra los paisajes de Chernobyl, aunque de forma inquietante y muestra el poder de la naturaleza y su habilidad para sobrevivir y adaptarse al entorno de extensas áreas pantanosas con una altitud de 103-182 metros.

Paisaje en la Central Nuclear de Fukushima Daiichi, Ucrania, 2011

El radio del área de exclusión de la Central Nuclear de Fukushima Daiichi es: 20 km (UPZ). Es una de las 15 mayores centrales nucleares del mundo y su área de 3.500m² está localizada entre las ciudades de Okuma y Futaba, en el distrito de Fukushima, Japón. La planta tiene seis reactores de agua en ebullición (BWR) que accionan generadores eléctricos de 4,7 GW.

Parámetros termodinámicos Central Nuclear de Fukushima
Coordenadas: 37,2523° N, 141,0159° E
Elevación: 16m
Tª Max: 30,4°C (agosto)
Tª Min: -1,8°C (Enero)
Pluviosidad media: 36-161 mm/mes / Nieve media: 189cm/año
Humedad media 69%
Viento: 41-93km/h Viento medio; 8km/h Verano E / Invierno NE

El 11 de marzo de 2011, la Central Nuclear de Fukushima sufrió un terremoto 9.0 y un tsunami de 15m de altura de olas, los cuales inutilizaron el sistema de suministro eléctrico y de refrigeración de los tres reactores Daiichi. Dicho accidente fue catalogado como 7 en la escala INES, debido a la alta radioactividad desprendida entre 4-6 días y cuatro reactores fueron apagados. No se han detectado efectos nocivos de radioactividad en los habitantes locales, pero 160.000 personas tuvieron que ser evacuadas.

- *Home for all* (Toyo Ito, Kumiko Inui, Sou Fujimoto,

radiation and over 336,000 people were evacuated and resettled.

Nowadays, much of the 30km exclusion zone around the Chernobyl nuclear plant is pine forest. A layer of topsoil was removed for miles around the site and hundreds of thousands of trees were planted, to bind the ground and reduce the spread of radioactive dust. Actually, some trees have unusual long needles, and some grow not as trees but as bushes. The meadows are mostly gone, replaced by forest. On the outside the fauna seems to be thriving. There have been huge resurgences in the numbers of large mammals: gray wolves, brown bears and wild boar. The question scientists are trying to answer is what is happening in their DNA⁽²⁾.

- *Seeds in Chernobyl* (Klubíková K, Vesel M, Rashydov NM, Hajduch M., 2007) is a project started in 2007 producing fertile seeds that have increased heavy metal resistance and modified Carbon metabolism [3].
- *Development of the tourist infrastructure* (Ageeva Arina, 2011) is an architectural proposal focuses on the development of infrastructure elements that facilitate tourism and scientific activity, development of industry, environment protection, and as a consequence attraction of investment.
- *Postcard from Pristpyat* (Daniel Cooke, 2014, 3" <http://vimeo.com/112681885>) shows the landscapes of Chernobyl, although haunting, shows the power of nature and its ability to thrive and adapt to the environment whose extensive areas are bog lands and altitude varies from 182m to 103m.

The Landscape of Fukushima Central, Okuma, Japan, 2011

The exclusion area Fukushima Daiichi nuclear power station is 20 km. As one of the 15 largest nuclear power stations in the world, the BWR Nuclear Power plant is located on a 3,500 m² site in the towns of Okuma and Futaba, Futaba District of Fukushima prefecture, Japan. The plant has six boiling water reactors (BWR) which drive electrical generators with a combined power of 4,7GWe.

Thermodynamic/climatic parameters Fukushima Nuclear Power Station
Coordinates: 37,2523° N, 141,0159° E
Elevation: 16m
Tª Max: 30,4°C (August)
Tª Min: -1,8°C (January)
Average Pluviosity: 36-161 mm/month/ Average snow: 189cm/year
Average Humidity 69%
Wind: 41-93km/h Average Wind; 8km/h Summer E / Winter NE

On March 11, 2011, Fukushima Nuclear Power Plant suffered from the magnitude 9.0 earthquake and a 15-meter tsunami that hit North of Japan which disabled the power supply and cooling of three Daiichi reactors. The accident was rated 7 on the INES scale, due to high radioactive released over days 4 to 6 and four reactors were written off due to damage in the accident. There have been no harmful effects from radiation on local people, nor any doses approaching harmful levels. However, some 160,000 people were evacuated from their homes.

- *A Home for all* (Toyo Ito, Kumiko Inui, Sou Fujimoto, Akihisa Hirata, 2013) is a gathering space for the

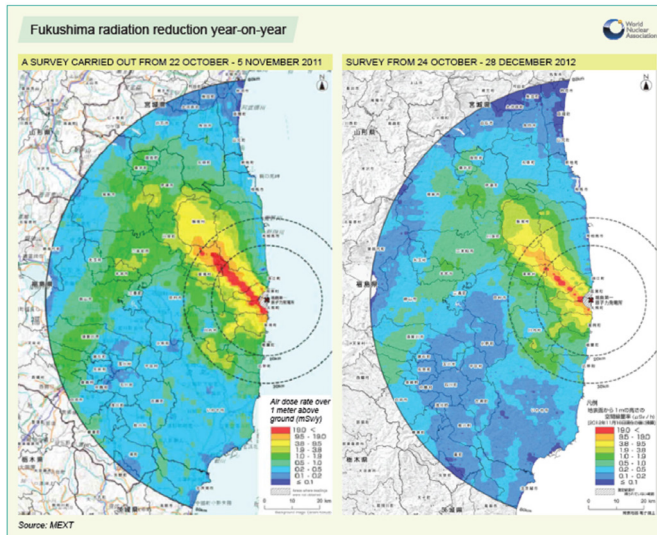


Fig. 5. Mapa de las áreas de seguridad de la Central Nuclear de Fukushima. World Nuclear Association (2012). Why Fukushima was preventable, (London: Carnegie Paper, Acton J.M. & Hibbs M) March. Safety area Fukushima nuclear power station. World Nuclear Association (2012). Why Fukushima was preventable, (London: Carnegie Paper, Acton J.M. & Hibbs M) March.

Akihisa Hirata, 2013), es un proyecto de albergue como espacio de acogida para las miles de personas que se quedaron sin hogar en las ciudades afectadas por el tsunami y están preparando planes de emergencia y reconstrucción de nuevas ciudades, siendo necesario volver a realizar las propuestas urbanas globales como el grupo Metabolistas propuso en los años sesenta para volver a recuperar la conexión con la naturaleza y evitar los diseños abstractos e introvertidos⁽⁴⁾. Si se hubieran tomados medidas dinámicas de protección costera enfrente de la planta nuclear, el impacto del tsunami se podría haber minimizado.

thousands of people that were left homeless after the devastating natural disaster. The collaborative team of Japanese architects have worked together to explore possible future typologies for Japanese coastal cities that may be exposed to similar events. It is necessary recover urban proposal such as those made by the Metabolist as a way to break away from the mode of introversion and abstraction and regain a viable relationship with nature⁽⁴⁾. If there had been topographical protection in the ocean front of Fukushima Nuclear Plant, the disaster after the tsunami could have been minimized

Conclusiones sobre la bioconstrucción de paisajes nucleares

La construcción de nuevos paisajes en terrenos abandonados a través de montículos, vaciados de terreno e islas en las áreas circulares que abarcan los recintos de seguridad de las centrales nucleares posibilitan la protección, la producción y el intercambio de diversas fuentes de energía⁽⁸⁾. Por un lado, la simetría tierra-mar otorga gran valor a las infraestructuras de agua frente al predominio que actualmente poseen las eléctricas (el ciberespacio no existe sin electricidad⁽⁵⁾) y las medidas de protección costera potencian las formaciones dinámicas de terreno artificial frente a los diques y otras formas rígidas de defensa y preservan la biodiversidad marina. Por otra parte, las múltiples aplicaciones no eléctricas de la energía nuclear y de cogeneración son pequeñas intervenciones topográficas que afectan a grandes extensiones de

Conclusions Nuclear Landscape Bioconstruction

New landscapes in wastelands of safety areas of nuclear power stations open a territory for mounds, voids and islands that could be analyzed for protection, production and interchange among diverse energy sources. On one hand, these three circles are symmetrical for dealing with the geographical sea and land area, so this equilibrium gives balance to the predominant use of electricity in all of its phenomenal dimensions (cyberspace ceases to exist without electricity) instead of water infrastructure⁽⁵⁾ and the approaches for adapting coastal areas to sea level is a priority matter in these cases of nuclear station protection where the typology tends to walls versus landforms for preserving marine biodiversity.

On the other hand, the multiple non-electric applications of nuclear energy and cogeneration allow to visualize new topographies which are small landform buildings with

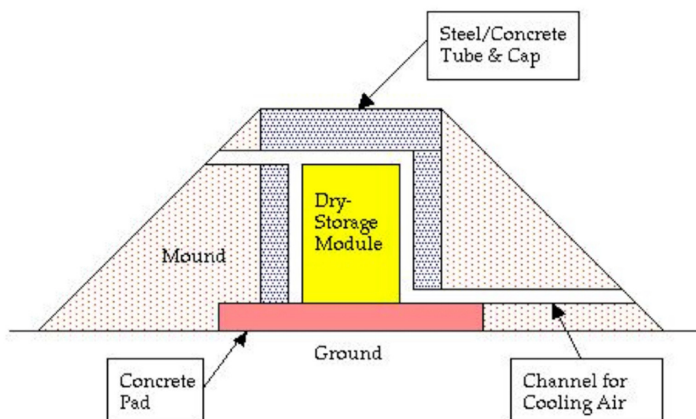


Fig. 6. Esquemas de los depósitos de almacenamiento seco dispersos. Thompson, Gordon (2003) Robust Storage of Spent Nuclear Fuel. A Neglected Issue of Homeland Security. (Cambridge, Massachusetts: Institute for resource and Security Studies, 02139).

Schematic view of proposed design for hardened, dry storage. Thompson, Gordon (2003) Robust Storage of Spent Nuclear Fuel. A Neglected Issue of Homeland Security. (Cambridge, Massachusetts: Institute for resource and Security Studies, 02139).

terreno: salinas, plantas desalinizadoras, generadores de hidrógeno, centros de investigación de nuevos medios de transporte, centrales de calefacción urbana y centros de reservas naturales.

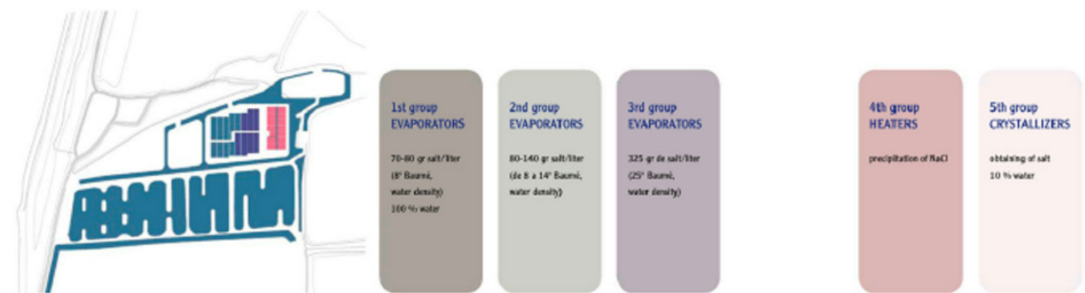
- Las montículos son una respuesta a las inundaciones a modo de arrecifes artificiales en forma de plataformas inclinadas para reducir la altura de las olas y disipar su fuerza al llegar a la costa.
- Los vaciados de terreno se usan en las adaptaciones costeras para liberar terreno que pueda ser llenado durante las inundaciones, donde se establecen condiciones de uso, en vez de programa y elaboran propuestas vinculadas al movimiento, a los procesos y a las atmósferas cambiantes⁽⁶⁾.

large areas of production: salt fields, water desalination plants, hydrogen generators, transport research centers (airdromes, ship propulsion, nuclear submarines, supply spacecraft energy), district heating, and natural reserve centers.

- Mounds as inclined platforms were the initial human response to flooding by artificial reefs which have long been used to reduce wave height and dissipate the waves energy before they hit the shore.
- Voids are also used for coastal adaptation to make more room for floodwaters. Ideas of use, instead of program, are therefore better assist nuclear voids to embrace thoughts on movement, atmosphere, procession and character⁽⁶⁾.

Fig. 7. Esquema de funcionamiento del proyecto La Tancada Lagoon. Franch, Marti (2014), 'A journey into a liquid landscape. La Tancada Lagoon project, The Ebro River Delta' Topos Review n.88 / December: 35-43.

La Tancada Lagoon project. Franch, Marti (2014), 'A journey into a liquid landscape. La Tancada Lagoon project, The Ebro River Delta' Topos Review n.88 / December: 35-43.



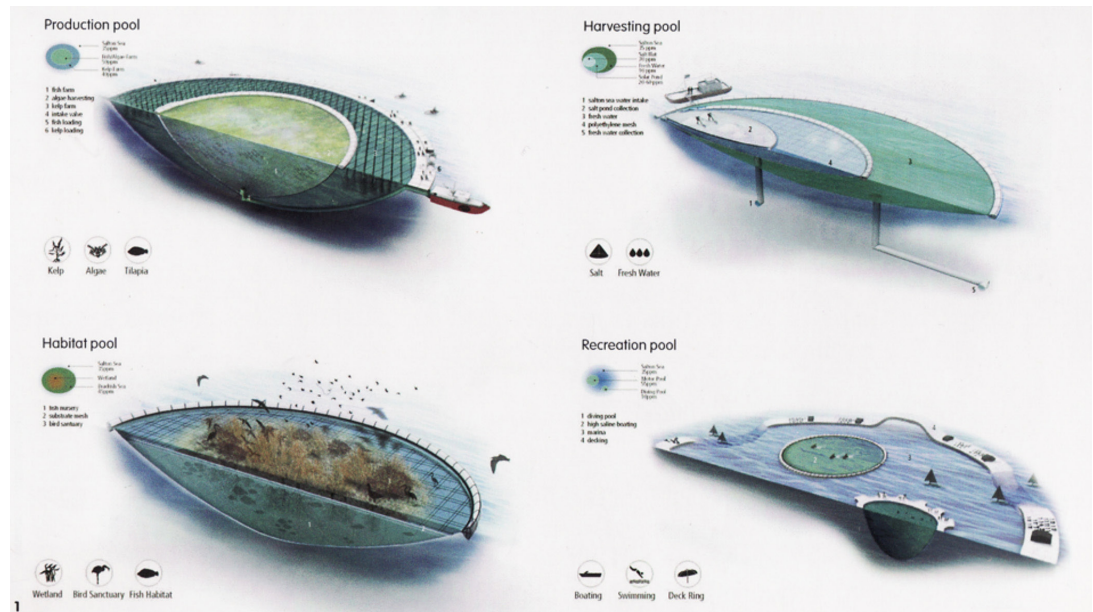
- Las formaciones de islas constituyen una superficie artificial de terreno que acumula energías renovables y ha sido diseñada para ser empujada por la fuerza de las olas reduciendo la potencia de las mismas y para crecer debido a la acumulación de sedimentos⁽⁷⁾.

- Islands are artificial surfaces that are designed to move, pushed along by waves, growing vertically by sediment or floating like dynamic landforms⁽⁷⁾.

Moreover, in the areas where nuclear power plant accident had happen, gradually a new territory of receptivity to

Fig. 8 Esquemas de funcionamiento de las islas desalinizadoras del proyecto Water Economies / ecologies del estudio Lateral Office. Amoroso, Nadia (2012) Digital Landscape Architecture Now (London: Thames and Hudson, Ltd), 150-155.

Desalination. Water Economies / ecologies. Amoroso, Nadia (2012), 'Lateral Offices: Water Economies / ecologies, Imperial Valley' in Digital Landscape Architecture Now (London: Thames and Hudson, Ltd), 150-155.



También los terrenos que rodean las centrales nucleares y fueron afectados por accidentes, ahora gradualmente comienzan a desarrollar nuevos paisajes experimentales que serán controlados y analizados en laboratorios como fuentes de biodiversidad de un tercer paisaje a través del intercambio de semillas, energía y agua⁽⁸⁾.

Finalmente, existen Investigaciones recientes acerca de reactores de núcleo de torio LFTR donde las sales caen bajo su punto de fusión y comienzan a enfriarse fuera del reactor al no existir más calor, se congelan y caen al suelo inmovilizados en menos de 10 segundos. Es justo lo contrario que sucede con los reactores nucleares actuales que mantienen el combustible líquido que puede fluctuar

biodiversity is developing as a third landscape and a research open-air laboratory of interchange of energy, water and goods [8]. Finally, there are advanced researches about thorium reactor module, where the salt drops below its melting point. Once it gets out of the reactor, it starts to cool, because there's no more heat from the nuclear energy, so it starts to cool down and freeze in 10 seconds. It is just the opposite of what happens in regular nuclear reactors, where something designed to be solid, goes beyond its design and become liquid. That can flow. Removing the need for constant cooling also means that plants don't need to be situated near large bodies of water⁽⁹⁾.

y necesita una refrigeración constante. Este sistema no necesita estar cerca de un río o un océano⁽⁹⁾.

REFERENCES / REFERENCIAS

1. "The idea of "islands" as an urban metaphor can be understood as a real laboratory of resource management or sustainable uses of resources that can facilitate the elimination of poverty." Brillembourg, Alfredo; Klumpner, Hubert. 'The real cost of oil (Islands of Illusion + Ghettos of Certainty)' in *Island&Ghettos*, Heidelberger Kunstverein, Heidelberg, 2008, P. 20-30.
2. 'As result of carried out studies within of 30-km zone it was chosen five types of genetically homogeneous surfaces', *Landscapes of Chernobyl zone and their evaluation by condition of radionuclide migration*. Naukova dumka, Kiev, 1994.
3. 'Developing and mature seeds are harvested on yearly basis, analyzed and remaining mature seeds are sown in order to obtain next generation seeds.' Klubicová K, Danchenko M, Skultety L, Berezhna VV, Rashdyov NM, Hajduch M. *Radioactive Chernobyl Environment Has Produced High-Oil Flax Seeds That Show Proteome Alterations Related to Carbon Metabolism during Seed Development (J Proteome Res)*, 2013.
4. 'I think our task now is to rethink how we "assume" design conditions, rather than reviewing the conditions. We need to start by questioning the way we relate to nature. The people or community which we always argue for in our architecture -aren't they just an abstract scheme?.' Koolhaas, Rem; Olbrist, Hans Ulrich: *Project Japan. Metabolist Talk...* (Cologne: Taschen), P. 696-697, 2011.
5. 'The impact of these critical lapses ultimately jeopardizes cyberspace and the real economy. When outages are concerned, those relating to electrical power are increasingly common. Nature is often the cause, with its earthquakes, hurricanes, buzzards, heat waves, tornadoes, floods and thunderstorms.' Thomas Carrol, Brian. 'Seeing Cyberspace: The Electrical Infrastructure is Architecture', *2G. Architecture and Energy*. n.18 2001/I: P. 128-143.
6. Dentro del proyecto La Tancada Lagoon hay un Eco-Museo y una instalación que explica el proceso de recuperación de las salinas y la producción de sal en las mismas. Franch, Marti. 'A journey into a liquid landscape. La Tancada Lagoon project, The Ebro River Delta' *Topos Review* n.88 / December 2014: 35-43
7. 'The pools can merge with each other, creating new hybrid landscapes, and are designed to passively separate water and salt, generating a regional water (and salt) economy.' Amoroso, Nadia. 'Lateral Offices: Water Economies / ecologies, Imperial Valley' in *Digital Landscape Architecture Now* (London: Thames and Hudson, Ltd), 2012, P. 150-155.
8. Clement considera la suma de espacios abandonados por el hombre como una evolución del paisaje hacia la naturaleza. Incluye en esta categoría los terrenos rurales y urbanos sin ocupar (délaissé), terrenos abandonados (friches), marismas, páramos, turbares y también medianeras, cunetas, laterales de las vías del tren, etc; y reservas naturales. Clement, Gilles, *Le jardin en mouvement de la vallée au jardin planétaire*. Sens&Tonka, Saint-Herblain, 2007.
9. Existen un vínculo entre la energía nuclear y la astronomía. Un tipo de energía proviene de la fusión cuando se combinan elementos ligeros y se obtienen elementos pesados., mientras el otro proviene de la fisión - método que emplea la energía nuclear hoy en día- donde se toman los elementos pesados y se rompen liberando energía. Ambos tipos son astronómicos: la fusión se refiere a los acontecimientos que tuvieron lugar tras el big bang, mientras la fisión pertenece a las supernovas, el proceso que crea estrellas de neutrones. Shu, Franz. <http://www.rawscience.tv/dr-frank-shu-an-astrophysicist-offers-an-outsiders-view-on-the-future-of-energy/>
1. "The idea of "islands" as an urban metaphor can be understood as a real laboratory of resource management or sustainable uses of resources that can facilitate the elimination of poverty." Brillembourg, Alfredo; Klumpner, Hubert (2008), 'The real cost of oil (Islands of Illusion + Ghettos of Certainty)' in *Island&Ghettos* (Heidelberger: Heidelberger Kunstverein), 20-30.
2. "As result of carried out studies within of 30-km zone it was chosen five types of genetically homogeneous surfaces". (1994), *Landscapes of Chernobyl zone and their evaluation by condition of radionuclide migration*. (Kiev: Naukova dumka).
3. "Developing and mature seeds are harvested on yearly basis, analyzed and remaining mature seeds are sown in order to obtain next generation seeds." Klubicová K, Danchenko M, Skultety L, Berezhna VV, Rashdyov NM, Hajduch M. (2013), *Radioactive Chernobyl Environment Has Produced High-Oil Flax Seeds That Show Proteome Alterations Related to Carbon Metabolism during Seed Development (J Proteome Res)*
4. "I think our task now is to rethink how we "assume" design conditions, rather than reviewing the conditions. We need to start by questioning the way we relate to nature. The people or community which we always argue for in our architecture -aren't they just an abstract scheme?." Koolhaas, Rem; Olbrist, Hans Ulrich (2011): *Project Japan. Metabolist Talk...* (Cologne: Taschen), 696-697.
5. "The impact of these critical lapses ultimately jeopardizes cyberspace and the real economy. When outages are concerned, those relating to electrical power are increasingly common. Nature is often the cause, with its earthquakes, hurricanes, buzzards, heat waves, tornadoes, floods and thunderstorms." Thomas Carrol, Brian (2001): 'Seeing Cyberspace: The Electrical Infrastructure is Architecture', *2G. Architecture and Energy*. n.18 2001/I: 128-143.
6. Inside La Tancada Lagoon Project there is an Eco-Museum and an installation such as a newly constructed salt field garden that explain the history of the landscape. As well as, there are productive salt pans. Franch, Marti (2014), 'A journey into a liquid landscape. La Tancada Lagoon project, The Ebro River Delta' *Topos Review* n.88 / December: 35-43.
7. "The pools can merge with each other, creating new hybrid landscapes, and are designed to passively separate water and salt, generating a regional water (and salt) economy." Amoroso, Nadia (2012), 'Lateral Offices: Water Economies / ecologies, Imperial Valley' in *Digital Landscape Architecture Now* (London: Thames and Hudson, Ltd), 150-155.
8. Clement designates the sum of the space left over by man to landscape evolution- to nature alone. Included in this category are left behind (délaissé) urban or rural sites, transitional spaces, neglected land (friches), swamps, moors, peat bogs, but also roadsides, shores, railroad embankments, etc; and natural reserves. Clement, Gilles (2007), *Le jardin en mouvement de la vallée au jardin planétaire*. (Saint-Herblain: Sens&Tonka).
9. There is a connection between nuclear energy and astronomy. One of energy nuclear types comes from fusion, which is how stars make energy, when you combine light elements and make heavy elements. The other comes from fission, which is the way we use nuclear energy today. You take heavier elements and you break them apart, releasing energy. Both of those are astronomical. Fusion relies on events that took place in the big bang. Fission relies on supernovas, the process that makes neutron stars. Shu, Franz. <http://www.rawscience.tv/dr-frank-shu-an-astrophysicist-offers-an-outsiders-view-on-the-future-of-energy/>

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. AMOROSO, Nadia. *Digital Landscape Architecture Now* (London: Thames and Hudson, Ltd, 2012)
2. BRILLEMBOURG, Alfredo; KLUMPNER Hubert. 'The real cost of oil (Islands of Illusion + Ghettos of Certainty)' in *Island&Ghettos* (Heidelberg: Heidelberger Kunstverein), 2008, p. 20-30.
3. CLEMENT, Gilles. *Le jardin en mouvement de la vallée au jardin planétaire*. Sens&Tonka, Saint-Herblain, 2007.
4. DAVYDCHUK V.S., ZARUDNAYA R.F., MIHELI, S.V. *Landscapes of Chernobyl zone and their evaluation by condition of radionuclide migration*. Naukova dumka, Kiev, 1994.
5. GIBBLET, Rodney James; Juha Pentti, *Photography and Landscape*, Intellect Books, Bristol, 2012.
6. FRANCH, Marti. 'A journey into a liquid landscape. La Tancada Lagoon project, The Ebro River Delta' *Topos Review* n.88 / December 2014: p. 35-43.
7. HO M.K.M., Yeoh G.H., & BRAOUDAKIS G. 'Molten Salt Reactors', *Materials and processes for energy: communicating current research and technological developments*. Formatex Research Centre, Londres, 2013.
8. KOOLHAAS, Rem; OLBRIST, Hans Ulrich. *Project Japan. Metabolist Talk...* Taschen, Cologne, 2011.
9. 'Market Potential for non.electric Applications of Nuclear Energy'. In: *Technical Reports Series n.410*. International Atomic Energy Agency, Viena, 2002.
10. THOMAS CARROL, Brian: 'Seeing Cyberspace: The Electrical Infrastructure is Architecture', *2G. Architecture and Energy*, n.18 2001/I: P.128-143.
11. World Nuclear Association. 'Three Mile Island nuclear power station' GPU Nuclear Corp.. 10 briefing papers, 1999.

Arquitectura sustentable bio-inteligente.

Nuevas tipologías arquitectónicas basados en la conjunción entre arquitectura pasiva, sistemas inteligentes e inspirados en fisiología humana

Bio- intelligent sustainable architecture.

New architectural typologies based on the Conjunction between Passive architecture, Inspired Intelligent Systems and Human Physiology.

Javier Isaac Karacinque¹

RESUMEN

Sustentabilidad, domotica, sistemas inteligentes, fisiología humana

Hipotesis de trabajo:

La eficiencia energética optima en el objeto arquitectónico, es el resultado de la exacta conjunción de estrategias pasivas y tecnologías inteligentes, basadas en funciones fisiologicas humanas

Objetivo general:

- Formular nuevas premisas, estrategias y soluciones arquitectónicas, para la optimización del consumo energético.

Objetivos especificos:

- Analizar puntos de contacto entre estrategias pasivas y tecnologías inteligentes.
- Analizar puntos de contacto entre funciones fisiológicas del ser humano y los puntos donde más consumo energético existe en el objeto arquitectónico.
- Determinar analogías en los procesos de consumo energético arquitectónico y los del ser humano.
- Demostrar la viabilidad de interrelación entre estrategias pasivas y tecnologías inteligentes.
- Verificar la optimización energética del objeto arquitectónico, a través de funciones fisiológicas y psicomotrices del ser humano.

Desarrollo sintesis:

El presente es parte de un trabajo de investigación que busca nuevas Tipologías Arquitectónicas en base a cuestiones de sustentabilidad en la arquitectura, mediante la conjunción de Estrategias Pasivas y Sistemas Inteligentes, extraídas de conceptos de Funciones Fisiológicas y Psicomotrices del ser humano.

El comportamiento de la piel y sus poros en situaciones de frío o calor, funciones análogas del cabello con la envolvente arquitectónica, la Transpiración, Enfriamiento del Cuerpo, Transferencia de Calor por Vaporización, Enfriamiento por Evaporación, formas de Regulación de la Temperatura del Cuerpo Humano, comportamiento de la retina del ojo con diferentes grados de luminosidad, los parpados, las cejas, el uso de las extremidades, brazos y piernas, para lograr objetivos motrices, las venas, las arterias, los fluidos, etc.

Resultados parciales:

Termorregulación:

Premisa N.1: El cuerpo humano debe permanecer seco, con temperatura de confort, que no se enfríe y su termorregulación no se vea estorbada.

Premisa N.2: La piel del edificio debe adaptarse al clima, debe proteger de manera activa a los espacios interiores, debe ser dinámica, debe propiciar el movimiento, para diferentes situaciones climáticas.

Psicomotricidad humana:

(1) Arquitecto. Córdoba (República Argentina) E: jkaracinque@arquiteknia.net

Premisa N.3: La envolvente del edificio, como sus instalaciones, debe responder a estímulos del exterior. La recopilación de datos interiores y exteriores, generará información para actuar en consecuencia. Esta respuesta generará movimientos y articulación de sus componentes.

Memoria humana:

Premisa N.4: El funcionamiento de las instalaciones de un edificio, debe ser LÓGICO y actuar con criterios preestablecidos. Estos criterios lógicos deben ser pre-programados, de cara a la eficiencia energética.

Visión humana:

Premisa N.5: Los puntos de posibles pérdidas energéticas de la envolvente arquitectónica, deben ser dinámicos (cambios de color, cambio de tonalidades, etc.) y adaptarse a factores tanto internos, como externos. Los vidrios y aventanamientos deben responder a necesidades energéticas y visuales.

Aparato circulatorio:

Premisa N.6: Aprovechar todo tipo de energía que provoca la circulación de fluidos en el hábitat humano, tales como el movimiento del agua, el gas, desagües, electricidad en desuso, etc. Y transformarla en otro tipo de energía de consumo.

Introducción

El presente es parte de un trabajo de investigación que busca nuevas Tipologías Arquitectónicas en base a cuestiones de sustentabilidad en la arquitectura, mediante la conjunción de Estrategias Pasivas y Sistemas Inteligentes, extraídas de conceptos de Funciones Fisiológicas y Psicomotrices del ser humano.

Entendemos por Estrategias Pasivas en el objeto arquitectónico, a aquel conjunto de herramientas de diseño del tipo natural, que permite lograr un estado de confort térmico y lumínico y por lo tanto un ahorro de energía. Estudiamos la complementación de estas estrategias pasivas con Sistemas Inteligentes de última generación y de aplicación directa en la arquitectura y el hábitat humano. Orientamos estas tecnologías, como apoyatura directa al ahorro energético, tanto en climatización e iluminación como en el monitoreo de variables de diferente índole, todas estas aplicados a las condiciones de máximo confort humano.

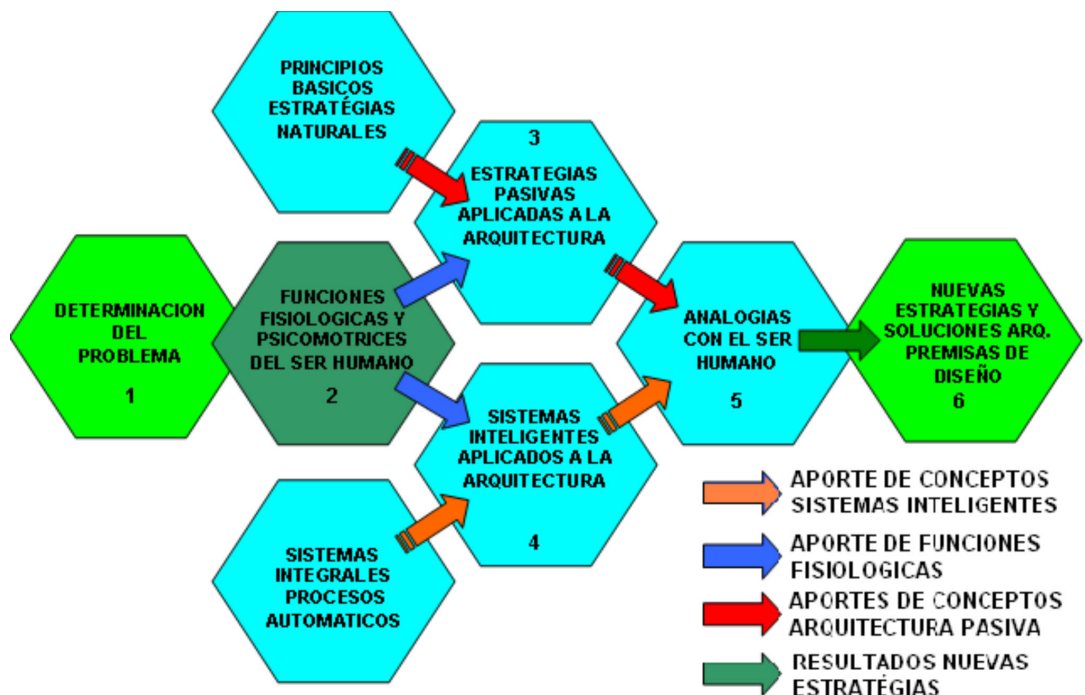
Introduction

This is part of a research project that seeks new Architectural typologies based on issues of sustainability in architecture, through a combination of strategies Passive and Intelligent Systems, drawn from concepts of Physiological and psychomotor functions of a human being.

Passive Strategies We understand the architectural object, the set of design tools wild type, which allows to achieve a state of thermal and lighting comfort and energy savings as a result. We study the complementation of these passive strategies Intelligent Systems of last generation and direct application in architecture and human habitat. Orient these technologies, such as direct energy savings, both in air conditioning and lighting and monitoring of variables of different types appoggiatura, all these conditions applied to the maximum human comfort.

The innovative aspect of this research is that we focused on the search for new architectural typologies aimed at the sustainability of the same, based on physiological

Fig. 1. Esquema Metodológico de Investigación
Methodological Research Scheme.



Lo innovador de esta investigación, es que nos centramos en la búsqueda de nuevas tipologías arquitectónicas orientadas a la sustentabilidad de la misma, en base a conceptos de Estados Fisiológicos y Psicomotrices del ser Humano, para explicar, descubrir y aplicar nuevas formas y estrategias para diseño y eficiencia energética, de cara al cuidado del medio ambiente. En este sentido, podemos señalar, el comportamiento de la piel y sus poros en situaciones de frío o calor, funciones análogas del cabello con la envolvente arquitectónica, la Transpiración, Enfriamiento del Cuerpo, Transferencia de Calor por Vaporización, Enfriamiento por Evaporación, formas de Regulación de la Temperatura del Cuerpo Humano, comportamiento de la retina del ojo con diferentes grados de luminosidad, los parpados, las cejas, el uso de las extremidades, brazos y piernas, para lograr objetivos motrices, las venas, las arterias, los fluidos, etc.

Estados fisiológicos y psicomotrices del ser humano

A través de la historia fueron muchos los pensadores, movimientos y escuelas arquitectónicas que han pensado la arquitectura en base a medidas y proporciones extraídas del ser humano. Ya en 1490, Leonardo da Vinci presentaba El Hombre de Vitruvio, un gráfico anatómico de una figura masculina en dos posiciones de brazos y piernas e inscripto en una circunferencia y un cuadrado. En él se realiza un estudio buscando la proporcionalidad del cuerpo humano, el canon clásico o ideal de belleza.

Otro caso es el del Modulor de Le Corbusier (1887-1965) quien buscaba una relación antropométrica y matemática entre las medidas del hombre y la naturaleza.

Lo que en este trabajo propone es referenciar en el ser humano para encontrar respuestas arquitectónicas en las funciones orgánicas y psicomotrices del hombre. Presentar analogías y semejanzas entre funcionamiento orgánico humano y las nuevas tecnologías aplicadas a la arquitectura, de manera de integrar y potenciar la sustentabilidad.

and psychomotor concepts of the human being states, to explain, to discover and apply new forms and strategies for design and energy efficiency, with a view to protecting the environment. In this sense, we can say, the behavior of the skin and pores in situations of cold or heat, similar functions of the hair with the architectural envelope, perspiration, body cooling, Heat Transfer Steaming, evaporative cooling forms regulation of body temperature, behavior of the retina with different degrees of brightness, eyelids, eyebrows, the use of limbs, arms and legs, drive to achieve objectives, veins, arteries, fluids, etc.

Physiological states and psychomotor HUMANS

Throughout history there were many thinkers, movements and architectural schools have thought architecture based on measurements and proportions of the human being extracted. Already in 1490, Leonardo da Vinci had Vitruvian Man, an anatomical drawing of a male figure in two positions of arms and legs and registered in a circle and a square. In a study looking him proportionality of the human body, the classic or ideal canon of beauty is performed.

Another case is that of the Modulor of Le Corbusier (1887-1965) who sought and anthropometric measures mathematical relationship between man and nature.

What this study proposes is referenced in humans to find answers in the organic architectural and human psychomotor functions. Submit analogies and similarities between human organ function and new technologies applied to architecture, to integrate and enhance sustainability.

Human physiological functions

Human psychomotor

Humans, in one way or another are in constant motion. We walk, jump, coreemos. Some are instinctive and other mere

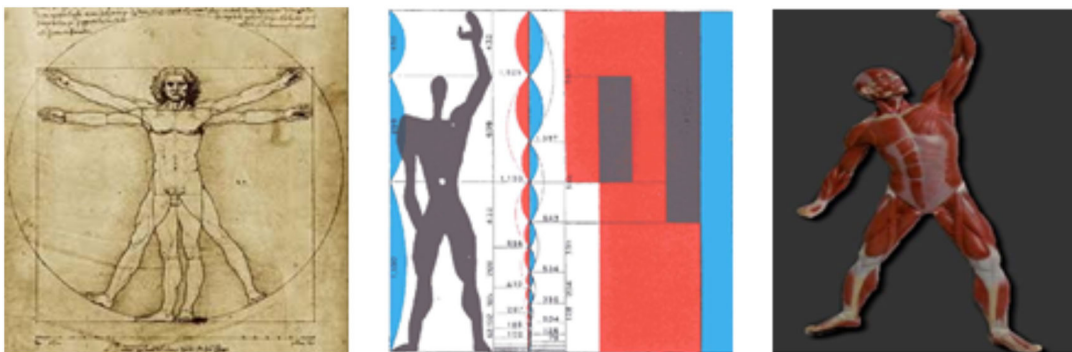


Fig. 2. Antropometría a través de la Historia
Anthropometry through history.

Funciones fisiológicas humanas

Psicomotricidad Humana

Los seres humanos, de una u otra forma estamos en continuo movimiento. Caminamos, saltamos, coreemos. Algunas son instintivas y otras responden a meros estímulos del exterior.

Nuestro sistema nervioso central hace que todo nuestro sistema locomotor actúe en perfecta armonía, permitiendo, gracias a la musculatura, la masa ósea y las articulaciones, que el movimiento se produzca de manera equilibrada y en armonía. El sistema nervioso, formado por el cerebro, la espina dorsal y los nervios, es el encargado de transmitir

respond to external stimuli.

Our central nervous system makes all our locomotor system act in perfect harmony, allowing, thanks to the muscle, bone mass and joints, the movement takes place in a balanced and in harmony. The nervous system consists of the brain, spine and nerves, it is responsible for transmitting information to different parts of the body including the limbs to generate mobility. This system also ensures detect external stimuli in the environment, and as a result given certain responses. The movement is produced by certain parties that interact.

SYSTEM BONES - JOINTS - MUSCLES

información a diferentes partes del cuerpo entre ellas las extremidades para generar la movilidad. Este sistema se encarga de detectar también los estímulos del exterior en el ambiente, y como resultado de esto se dan ciertas respuestas. El movimiento, es producido gracias a que determinadas partes interactúan entre sí.

EL SISTEMA OSEO - LAS ARTICULACIONES - LOS MUSCULOS

La Regulación de la Temperatura

LA TRANSPIRACION: Evaporación de agua en un ser vivo. La transpiración es una reacción natural de termoregulación. Aparece cuando hace calor o durante un esfuerzo físico. Permite regular la temperatura corporal, cuando la temperatura del cuerpo aumenta, las glándulas sudoríparas se activan y producen sudor. Este recorre la piel, refresca el cuerpo y se evapora bajo el efecto del aire y del calor.

En el hombre, la transpiración ocurre en la piel, sobre todo a través de los poros, regulando la temperatura corporal en ambientes cálidos o en momentos de alta actividad física, equilibrando la producción y pérdida de calor.

La transpiración es esencial, ya que permite que la temperatura interna de cuerpo permanezca constante. De igual manera ocurre con el escalofrío, es un fenómeno que el cuerpo produce para calentarse. Pues escalofrío = contracción muscular = calor.

- Permite reducir la temperatura del cuerpo,
- Participa a la eliminación de las toxinas,
- Ayuda a la limpieza de los poros de la piel.

El cabello

El cabello posee habilidad para regular la temperatura corporal y enfrentar las variaciones de la temperatura ambiente. Algunos impulsos del cerebro (hipotálamo) causan que el cabello se levante en los extremos, lo cual provoca que se adjunte una capa aislante que protege a la piel del aire externo. Esta capa reduce la pérdida de calor por radiación.

El ojo Humano

El ojo humano es el elemento fundamental del sentido de la visión junto con el cerebro. Se compone de partes principales:

1. EL IRIS: Es la parte coloreada del ojo. Su función es regular la entrada de luz aumentando o disminuyendo su tamaño según la intensidad de la misma.
2. LA PUPILA: Es el orificio central del iris. Se dilata o contrae en función de la cantidad de luz existente.
3. EL CRISTALINO: Es la parte del ojo humano que enfoca el haz de luz en la retina. Tiene forma de lente biconvexa y es la segunda lente más importante.
4. LA CÓRNEA: Es una de las partes externas del ojo. Protege al cristalino y al iris permitiendo el paso de la luz.
5. LA RETINA: Es la parte del ojo sensible a la luz. Su función es dar información sobre la nitidez y el color.
6. NERVIÓ ÓPTICO: Conduce los impulsos nerviosos al cerebro. El mensaje visual es transmitido en forma de señales eléctricas. El cerebro transformará esa electricidad en sensación visual.

La Memoria Humana

The Temperature Regulation

TRANSPIRATION: Evaporation of water in a living being. Sweating is a natural reaction of thermoregulation. It appears during hot weather or during physical exertion. It allows regulate body temperature, when the body temperature increases, sweat glands are activated and produce sweat. This covers the skin, cools the body and evaporates under the effect of air and heat.

In humans, sweating occurs in the skin, especially through the pores, regulating body temperature in warm environments or at times of high physical activity, balancing production and heat loss.

Perspiration is essential because it allows the internal temperature of the body remains constant. The same happens with the chill, it is a phenomenon that causes the body to warm up. But I shudder = muscle contraction = heat.

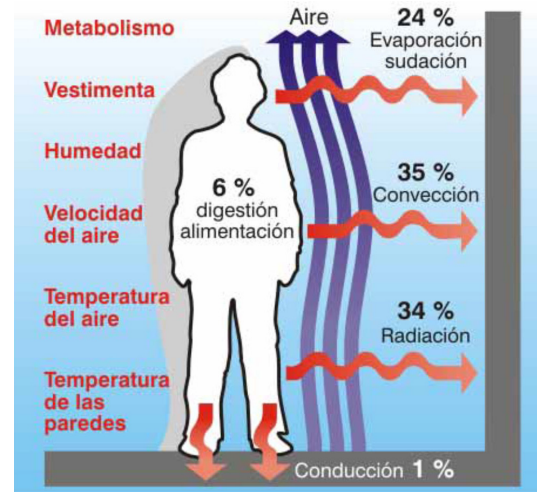
- Reduces body temperature,
- Part to the elimination of toxins,
- It helps clean the pores of the skin.

The Hair

The hair has ability to regulate body temperature and deal with variations in ambient temperature. Some impulses from the brain (hypothalamus) causes the hair to rise at the ends, which causes an insulating layer that protects the skin from external air is attached. This layer reduces heat loss by radiation.

The human eye

The human eye is the key element of the sense of vision



with the brain. It consists of main parts:

1. THE IRIS: The colored part of the eye. Its function is to regulate the entry of light by increasing or decreasing its size depending on the intensity of it.
2. PUPIL: The central opening of the iris. It expands or contracts depending on the amount of light.
3. THE CRYSTAL: The part of the eye that focuses the light beam on the retina. It shaped convex lens and is the second most important lens.
4. Cornea is one of the external parts of the eye. Protects the lens and the iris allowing passage of light.
5. THE RETINA: The part of the light-sensitive eye. Its function is to provide information about the sharpness

Fig. 3. Esquema Evapotranspiración Humana Scheme Human evapotranspiration.

La memoria humana es uno de los fenómenos intrínsecos del ser humano, que nos ayuda a comprender ciertas funciones fisiológicas del hombre, como por ejemplo, el entendimiento, el raciocinio, la capacidad de crear pensamientos, la percepción, la emoción, la memoria, la voluntad y otras habilidades cognitivas.

La Memoria es quien posee la habilidad o la capacidad de nuestro cerebro para guardar, almacenar, codificar, retener y posteriormente recordar datos o recuperar información sobre todo tipo de experiencias. La memoria surge como resultado de complejas conexiones sinápticas repetitivas entre las neuronas en el sistema nervioso central del cerebro. Sin la memoria no seríamos capaces de utilizar un lenguaje, por ende, no podríamos aprender más que por la experiencia.

El ser humano posee ciertos tipos de memoria, que le permiten según los casos a adaptarse al medio en que vive y ellos son:

- MEMORIA SENSORIAL
- MEMORIA A CORTO PLAZO
- MEMORIA A LARGO PLAZO
- MEMORIA PROCEDIMENTAL

Estrategias pasivas

Incorporamos en este apartado, conceptos de estrategias pasivas para lograr eficiencia energética y a su vez confort climático y lumínico del ser humano en el objeto arquitectónico. Es así como definimos a la arquitectura con estrategias pasivas, a aquella que optimiza sus relaciones energéticas con el entorno medioambiental, mediante el recurso de su propio diseño, incluyendo su conformación morfológica, relación con el entorno, orientación y materiales para crear un confort climático y lumínico.

Las diferentes variables, de las cuales, nos vamos a proteger o mejor dicho aún, nos vamos a valer, para generar las medidas de confort más óptimas, son:

Radiación Solar, Velocidad del Viento, Dirección del Viento, Humedad Ambiente, Temperatura Interior y Exterior, Sensación Térmica, Precipitaciones, Presión Atmosférica y el Nivel Lumínico.

Estrategias para control climático

- CAPTADORES: Directos, Semi-Indirectos, Indirectos, e Independientes;
- DE INERCIA: Subterráneos, De alta inercia Interior; De alta inercia de cubiertas;
- DE VENTILACIÓN y TRATAMIENTO DEL AIRE: Generadores de Movimiento del Aire, De Tratamiento del Aire;
- DE PROTECCIÓN A LA RADIACIÓN: Umbráculos, Protectores de la Piel;

Estrategias para control lumínico

- COMPONENTES DE CONDUCCIÓN: Espacios de Iluminación Intermedio, de Iluminación Interiores;
- COMPONENTES DE PASO: Laterales, Cenitales, Globales;
- ELEMENTOS DE CONTROL: Superficies separadoras; Pantallas Flexibles, Pantallas Rígidas, Filtros Solares, Obstrucciones Solares;

and color.

6. OPTIC NERVE: conducts nerve impulses to the brain. The visual message is transmitted in the form of electrical signals. The brain will transform the electricity in visual sensation.

Human Memory

Human memory is one of the intrinsic human phenomena, which helps us understand certain physiological functions, such as understanding, reasoning, the ability to create thoughts, perception, emotion, memory, will and other cognitive skills.

Memory is who has the ability or the ability of our brain to save, store, encode, retain, and subsequently recall information or retrieve information about all kinds of experiences. Memory complex is the result of repetitive synaptic connections between neurons in the central nervous system of the brain. Without memory we would not be able to use language, therefore, we could not learn that by experience.

Human beings have certain types of memory, allowing you as appropriate to suit the environment they live and they are:

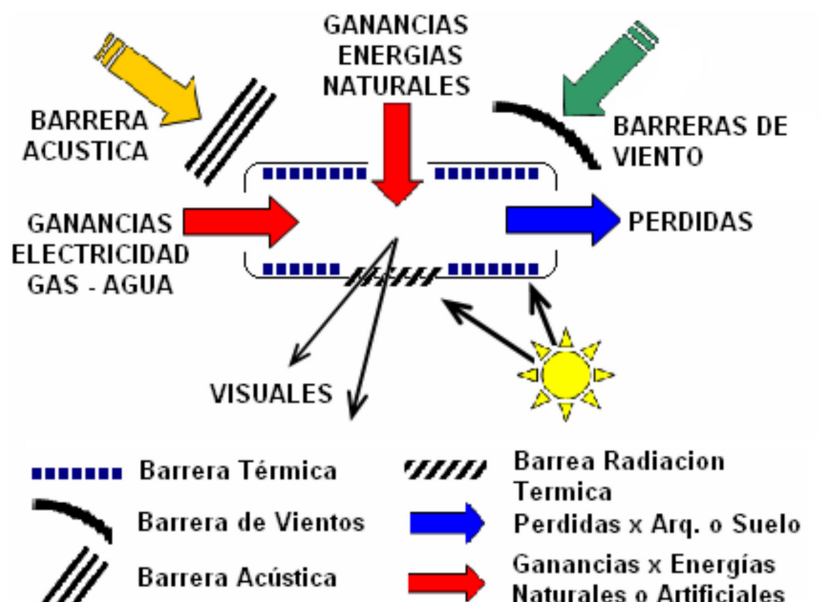
- Sensory memory
- Short-term memory
- LONG-TERM MEMORY
- Procedural memory

Passive strategies

We incorporate this paragraph, concepts of passive strategies for energy efficiency and in turn climate and lighting comfort of human beings in the architectural object. This is how we define the architecture with passive strategies, to one that optimizes its energy relations with the surrounding environment, through the use of its own design, including its morphological conformation, relationship with the environment, guidance and materials to create a climate comfort lighting.

The different variables, of which we are going to protect or better yet, we will enforce to generate the most optimal comfort measures are:

Fig. 4. Esquema de Protección Bio-Climática
Scheme Bio-Climate Protection



Sistemas inteligentes

Definimos a los sistemas inteligentes a aquella que está dotada de sistemas electrónicos dedicados a la gestión de la energía, seguridad y confort, comunicaciones e informática integrados en un solo sistema.

VENTAJAS y BENEFICIOS: La aplicación de estos sistemas nos permiten:

- Eficiencia en el consumo energético.
- Mejor gestión del consumo energético
- Optimización en el servicio de las instalaciones.
- Confort y mejores prestaciones
- Mayor seguridad de bienes y económicas.
- Mayor interconectividad entre servicios y prestaciones;

SISTEMA de CONTROL: Es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de mantener en torno al valor deseado la magnitud de cierta variable física.

Todo proceso automático, por básico que sea, está compuesto por 3 etapas o escalones:

SENSOR: Es aquel dispositivo encargado de tomar, captar o medir las señales del medio ambiente y transmitir estas señales al controlador. Estos dispositivos captan magnitudes tanto físicas como químicas, para procesarlas y actuar en consecuencia. Estas magnitudes pueden ser la temperatura, intensidad lumínica, presión, humedad, velocidad del viento, entre otras.

CONTROLADOR: Un controlador es un dispositivo encargado de procesar la información recibida de los sensores y procesarla según se haya programado, ya que posee una lógica de control con parámetros preestablecidos. Estos controladores son unidades central de procesos, dedicadas a decidir cómo actuar ante ciertas situaciones.

ACTUADOR: es aquel dispositivo que, como su nombre lo indica, actúa sobre las máquinas, sobre motores o sobre otros dispositivos en un proceso automático. Tiene la finalidad de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un efecto deseado.

Solar radiation, wind speed, wind direction, humidity, indoor and outdoor temperature, Chill, precipitation, air pressure and light level.

Climate Control Strategies

- COLLECTORS: Direct, Semi-Indirect, Indirect, and Independent;
- INERTIA: Underground, high inertia Interior; High inertia covered;
- Ventilation and Air Treatment: Air Movement generators, air treatment;
- RADIATION PROTECTION: umbráculos, skin protectants;

Strategies for light control

- COMPONENTS OF DRIVING: Intermediate Spaces Lighting, Interior Lighting;
- COMPONENTS OF STEP: Side, zenith, Global;
- Control elements: separating surfaces; Flexible screens, Screens Rigid, Sunscreens, Solares obstructions;

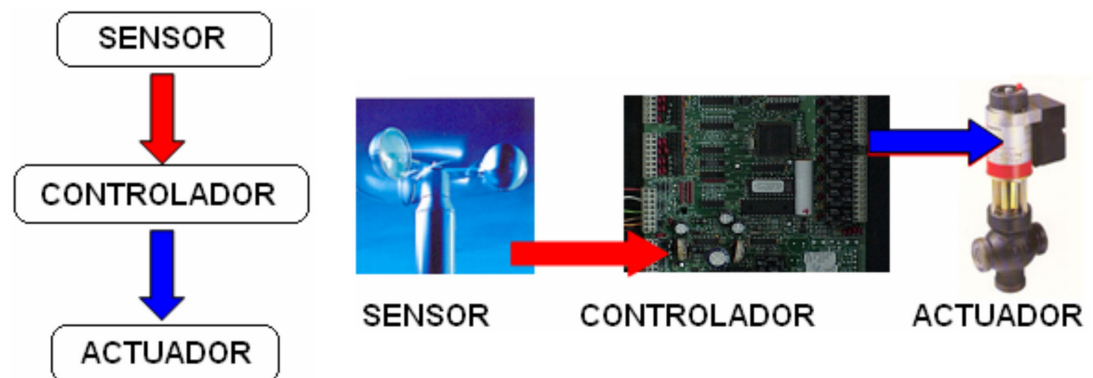
Intelligent systems

We define smart to one that is equipped with electronic systems dedicated to energy management, safety and comfort, communications and embedded computing systems into a single system.

Features and Benefits: The application of these systems allow us to:

- efficiency in energy consumption.
- Better management of energy consumption
- Optimization service facilities.
- Comfort and better performance
- Increased security and economic goods.
- Greater interconnectivity between services and benefits;

Fig.5. Esquema de Proceso Automático
Automatic Process Scheme.



Un sistema inteligente, a diferencia de un sistema automático, tiene la característica de poder integrar sub-sistemas y actuar en conjunto, en base a lógicas preprogramadas con parámetros. Una de las lógicas de control más comunes, son con la implementación del SI y el ENTONCES. SI ocurre un hecho determinado, ENTONCES, se modificará una situación en el sistema, mediante el actuador.

CONTROL SYSTEM: A set of elements that interact with each other in order to maintain around the desired physical variable magnitude of some value.

All automated process, which is basic, consists of three stages or steps:

SENSOR: It is that the device manager to take, capture or measure environmental signals and transmit these signals to the controller. These devices capture both physical

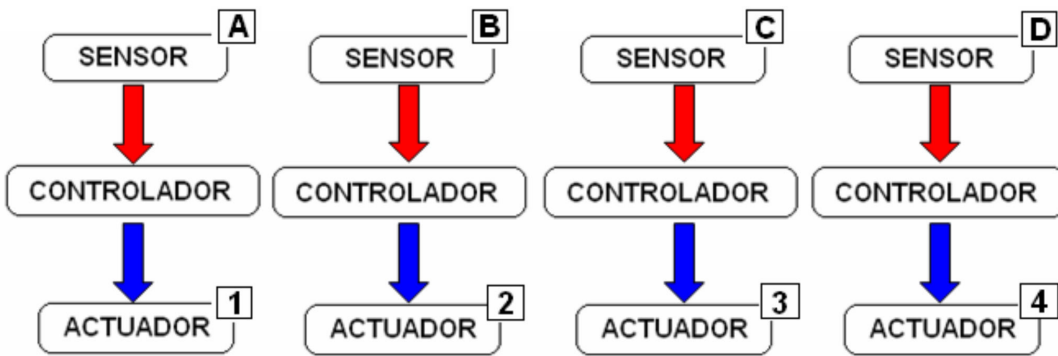


Fig. 6. Esquema de Proceso Automático con Diferentes Sub-Sistemas

Automatic Scheme Process with Different Sub-Systems.

EJEMPLO DE LOGICAS DE CONTROL EN UN SISTEMA						
CONDICION	SENSOR	ESTADO	RESPUESTA	ACTUADOR	ESTADO	TIEMPO
SI	A	ON	ENTONCES	1	ON	20'
				2	ON	10'
				3	OFF	---
				4	ON	30'
SI	B	OFF	ENTONCES	1	OFF	---
				2	ON	15'
				3	OFF	---
				4	OFF	---
SI	C	< / = 24	ENTONCES	1	ON	20'
				2	ON	10'
				3	ON	10'
				4	ON	30'
SI	D	ON	ENTONCES	1	OFF	---
				2	OFF	---
				3	ON	25'
				4	OFF	---

Fig. 7. Cuadro de Control de Procesos Automáticos conjuntos

Control Box sets automatic processes.

Analogías con el ser humano

Existen diversos dispositivos electrónicos, dependiendo del servicio o aplicación de que se trate, denominados periféricos o sensores que captan información del medio ambiente y que asemejan de manera directa a los sentidos del ser humano, cumpliendo exactamente la misma función. Recabar datos, para que el cerebro procese y actúe en consecuencia.

MIRAR

- Circuito cerrado de televisión,
- Detectores de presencia,

SENTIR

- Sensores de Humo,
- Sensores de Fuga de Gases,
- Anemómetro de Viento;

SENSACION TACTIL

- Sensores de Calor o Térmicos;
- Sensores de Humedad;

ESCUCHAR

- Sensores de roturas de cristales
- Comando por voz,

DECIDIR

quantities as chemical, to process and act accordingly. These values can be the temperature, light intensity, pressure, humidity, wind speed, among others.

DRIVER: A controller is a device responsible for processing information received from the sensors and processing as programmed, since it has a logical control with preset parameters. These drivers are the central processing units, dedicated to decide how to deal with certain situations.

ACTUATOR: the one device which, as its name suggests, plenty of machines acting on motors or other devices in an automated process. It is intended to transform hydraulic, pneumatic or electric energy in activating a desired effect.

An intelligent system, unlike an automatic, has the characteristic of sub-systems to integrate and act together, based on logical preprogrammed parameters. One of the most common control logic, are with implementation of the IF and THEN. If a particular event occurs, then a situation will change in the system by the actuator.

Analogies with humans

There are various electronic devices, depending on the service or application in question, called peripheral or sensors that capture information from the environment and directly resemble the human senses, fulfilling exactly the same function. Collect data for the brain to process and act accordingly.

WATCH

- Controladores inteligentes capaces de actuar lógicamente

MOVILIDAD

- Actuadores que ponen en movimiento un sistema, brazos mecánicos y/o hidráulicos; Observamos en esta imagen, una analogía muy común, como es la de conducir en una carretera y los sistemas automáticos donde se manifiestan muy claramente las partes esenciales de un proceso de automatización.

El hombre conduce por una ruta, tiene muy claro su objetivo, de llegar a un determinado punto. El conductor sabe que no puede salirse de ciertos límites, como lo son la línea central que divide ambos carriles y la línea de banquina a su derecha. Sobrepasarse de esos límites implica riesgo de colisión. Esa información la posee el hombre almacenada en su cerebro. El hombre permanentemente está censando información que proviene del exterior, como el sistema auditivo: bocinas de otros vehículos o la visión, para corregir en todo momento la dirección de su vehículo o visualizar información adicional como la señalización de tránsito. El cerebro será pues, el controlador que decida, según información del exterior, dar órdenes o no a los actuadores, como por ejemplo corregir la direccionalidad del vehículo. Es así como sus manos al volante o los pies en el freno o acelerador en los pedales del vehículo, se convierten en verdaderos actuadores del sistema, que intervienen de manera permanente para corregir variaciones en la consigna.

- CCTV,
- presence detectors,

FEEL

- Sensors Smoke
- Gas Leak Sensor,
- wind anemometer;

TOUCH

- Heat or thermal sensors;
- humidity sensors;

LISTEN

- glass breakage sensors
- Voice command,

DECIDE

- able to act logically intelligent Drivers

MOBILITY

- actuators that set in motion a system, mechanical arms and / or hydraulic; We see in this picture, a common analogy, as is the driver on a highway and automatic systems where the essential parts of an automation process very clearly manifest.

The man driving along a route, is very clear their goal, to

Fig. 8 Esquema Ejemplo Sensor – Controlador / Actuador
Scheme Example Sensor - Controller / Actuator.



Nuevas estrategias - nuevas soluciones

Existen nuevas formas, tipologías arquitectónicas, o materiales de construcción o componentes de espacios habitables, que contemplan conceptos reales de ESTRATEGIAS PASIVA y SISTEMAS INTELIGENTES, extrayendo CONCEPTOS FISIOLOGICOS del ser humano.

A continuación se exponen algunos casos, algunos de ellos en investigación o en fase experimental por distintas empresas en el mundo y otros ejemplos que nuestro equipo propone con los conceptos antes mencionados.

reach a certain point. The driver knows he can not get out of limits, such as the central line dividing the two lanes and banquina line on your right. Exceeded those limits it involves risk of collision. That information stored man holds in his brain. The man is taking a census permanently information coming from the outside, as the auditory system: speakers of other vehicles or vision at all times to correct the direction of your vehicle or display additional information such as traffic signs. The brain will therefore decide the controller, according to information from the outside, or not give commands to actuators, such as vehicle corrected directionality. This is how your hands on the wheel or foot

a) Vidrios Electrocrómicos:

De la misma manera que el IRIS y la PUPILA del ojo humano, regulan la entrada de luz aumentando o disminuyendo su tamaño según la intensidad de la misma, provocando la dilatación o contracción en función de la cantidad de luz existente, los denominados vidrios Electrocrómicos se comportan del mismo modo.



Fig. 9 Esquema Vidrios Electrocrómicos
Electrochromic Glass Scheme.

on the brake or accelerator pedals of the vehicle, become true system actuators, permanently involved to correct variations in the reference.

There are new forms, architectural styles, or building materials or components of living spaces that include real concepts PASSIVE strategies and intelligent systems, extracting physiological concepts of the human being.

b) Ventanas con vidrios fotovoltaicos:

Los llamados vidrios fotovoltaicos son tipos de vidrio para ventanas de muy especial funcionalidad. Pueden generar y acumular electricidad y a su vez posee un gran índice de transparencia, que permitirá, como cualquier ventana, la transparencia visual con el exterior.

c) Jardines verticales:

Una estrategia pasiva, ya conocida, es la conformación de los denominados Jardines Verticales. Este tipo de solución, ya utilizado en distintas partes del mundo y en distintas funciones de arquitectura, tiene las siguientes ventajas y beneficios:

En un sistema con cobertura vegetal, podríamos generar un circuito de riego automático, e instalar un sistema de SENSORES DE HUMEDAD o LLUVIA, generando un sistema cerrado de irrigación cuando sea realmente necesario, pero no solo como sistema de hidratación de vegetación, sino también, como sistema de control de humedad y temperatura en el interior del edificio y sus ambientes. He aquí otra analogía con el ser humano. La piel, el cabello y las funciones de protección, ante la radiación, ante organismos extraños, etc.

d) Sistema de Refrigeración por Micronización del Agua:

Las instalaciones de este tipo esta basado en la evaporación parcial del agua en contacto directo con la corriente de aire. Con este fenómeno se consiguen dos efectos, refrigerar el aire y humidificarlo. El principal objetivo en estos equipos es, normalmente, la refrigeración. Otros equipos que pulverizan agua sobre una corriente de aire con el objeto de humidificarlo, se emplean habitualmente en diversos usos de ventilación y climatización. Se trata de sistemas de pulverización de agua dotados de bombas de media o alta presión y un sistema de tubos con boquillas que generan microgotas de hasta 5µ, directamente en las zonas en las que se desea conseguir el efecto de refrigeración.

Un gramo de agua líquida necesita exactamente 539 calorías para pasar de estado líquido a gaseoso. A esto

Some cases, some of them in research or experimental phase by different companies in the world and other examples that our team proposes to the above concepts are discussed.

a) Electrochromic glass:

Likewise the iris and pupil of the human eye, the light entrance regulate increasing or decreasing its size according to the intensity thereof, causing the expansion or contraction depending on the amount of light is called Electrochromic glass behave similarly.

b) Photovoltaic glass windows:

Are called photovoltaic glass window glass types very special functionality. They can generate and accumulate electricity and in turn has a high rate of transparency, which will, like any window, the visual transparency with the outside.

c) Vertical gardens:

A passive strategy, as known, is the creation of so-called vertical gardens. This type of solution as used in different parts of the world and in different architectural features, has the following advantages and benefits:

In a system with vegetation cover, we could generate a circuit irrigation system, and install a sensor system rain or moisture, creating a closed irrigation system when it is really necessary, but not only as hydration system vegetation, but also, and control system temperature and humidity inside the building and its surroundings. Here is another analogy to humans. Skin, hair and protection functions, before the radiation, to foreign organisms, etc.

d) Cooling System Water Micronisation:

The facilities of this type is based on the partial evaporation of water in direct contact with the air stream. With this phenomenon two effects are achieved, cool and humidify the air. The main objective in these teams is usually cooling. Other equipment which spray water onto an air stream in order to humidify, are commonly used in various ventilation

Fig. 10 Micronización del Agua
Micronisation Water.



se le llama calor de vaporización. Es decir, para que una gota de agua se evapore, el aire de su entorno debe ceder energía y lo hace, de hecho, en forma de calor. Por ejemplo, es el modo en que la sudoración nos permite regularnos térmicamente. Nuestros sistemas de microclima llevan este principio físico hasta el extremo generando miles de microgotas que se evaporan rápidamente absorbiendo una gran cantidad de calor del aire que las rodea.

e) Generación de energía en cañerías de agua:

Un edificio está en permanente movimiento, aunque no lo veamos. Sus instalaciones, sus fluidos están en permanente movimiento y ese movimiento, es equivalente a energía. Que ocurriera si podemos favorecernos de esa energía y transformarla para beneficio de la generación de energía eléctrica por ejemplo.

Una sola turbina puede producir hasta 100 kilowatts de electricidad. Se pueden montar más de una turbina en serie. Una sola línea puede producir más de un megavatio de electricidad a un coste nivelado de entre cinco y nueve centavos de dólar por kilovatio-hora.

Fig. 11 Esquema Cañería de Fluidos Generadora de Energía
Scheme Pipe Fluid Power Generator.



f) Piel repelente

Fachada capaz de bajar al mínimo los niveles de CO₂. Consiste en montar una sobrepel al aventanamiento, y tratarla con una solución de titanio. La misma ya ha demostrado que es capaz de bajar en el interior los niveles de contaminación ambiental, para una mejor estancia a sus pacientes.

and air conditioning applications. It is spray systems equipped with pumps medium or high pressure and a pipe system with nozzles that produce microdroplets to 5µ, directly on the areas to be achieved the effect of cooling water.

One gram of liquid water need exactly 539 calories to go from liquid to gas. This is called vaporisation heat. That is, for a drop of water evaporates, the air in your environment must cede power and does, in fact, as heat. For example, it is the way the sweating heat allows us to regulate us. Our systems microclimate with this physical principle to the extreme generating thousands of microdroplets evaporate quickly absorbing a large amount of heat from the surrounding air.

e) Power generation water pipes:

A building is in constant motion, but not see. Its facilities, its fluids are in constant motion and that movement is equivalent to energy. That can happen if our favor of that energy and transform it for the benefit of power generation for example.

A single turbine can produce up to 100 kilowatts of electricity. They can be mounted over a turbine in series. A single line can produce more than a megawatt of electricity at a cost level of five to nine cents per kilowatt-hour.

f) Repellent skin

Facade able to lower the minimum levels of CO₂. It is to mount a sobrepel to aventanamiento, and treated with a solution of titanium. It has already shown that it is able to lower inside air pollution levels for a better stay for its patients.

Conclusions

Our conclusions will be what we call design premises, so that when making determinations employ the following premises project supported by the theoretical framework discussed in this work. These assumptions are:

TEMPERATURE CONTROL:

No.1 PREMISE: The human body must remain dry with comfortable temperature, not cool and not cluttered thermoregulation display.

N.2 PREMISE: We need an envelope that is not intended, as does a deodorant, stop sweating but adapt to this healthy and natural phenomenon.

N.3 PREMISE: Managing moisture thanks to a system of moisture transfer: immediate absorption of perspiration, instant escape to the outside of the fabric and quick drying.

N.4 PREMISE: The skin of the building must adapt to the climate, to protect active way to the interior spaces, must be dynamic, should lead the movement for different weather



Fig. 12 Ejemplo de Muro Envolverte Protector de CO2. Example of CO2 Wall Surround Protector.

Conclusiones

Nuestras conclusiones serán lo que denominamos PREMISAS DE DISEÑO, para que a la hora de tomar determinaciones de proyecto empleemos las siguientes premisas apoyadas en el marco teórico que analizamos en este trabajo. Estas Premisas son las siguientes:

TERMORREGULACIÓN:

PREMISA N.1: El cuerpo humano debe permanecer seco, con temperatura de confort, que no se enfríe y su termorregulación no se vea estorbada.

PREMISA N.2: Necesitamos una envolvente que no pretenda, como lo hace un desodorante, parar la transpiración sino adaptarse a este fenómeno sano y natural.

PREMISA N.3: Administrar la humedad gracias a un sistema de evacuación de la transpiración: absorción inmediata de la transpiración, evacuación instantánea hacia el exterior del tejido y secado rápido.

PREMISA N.4: La piel del edificio debe adaptarse al clima, debe proteger de manera activa a los espacios interiores, debe ser dinámica, debe propiciar el movimiento, para diferentes situaciones climáticas.

PSICOMOTRICIDAD HUMANA:

PREMISA N.5: La envolvente del edificio, como sus instalaciones, debe responder a estímulos del exterior. La recopilación de datos interiores y exteriores, generará información para actuar en consecuencia. Esta respuesta generará movimientos y articulación de sus componentes.

MEMORIA HUMANA:

PREMISA N.6: Las instalaciones de un edificio deben poseer memoria propia, debe aprender del uso y costumbres de sus habitantes, como de factores externos estacionales, para eficientizar el consumo energético, tal cual el ser humano.

PREMISA N.7: El funcionamiento de las instalaciones de un edificio, debe ser LÓGICO y actuar con criterios preestablecidos. Estos criterios lógicos deben ser preprogramados, de cara a la eficiencia energética, confort climático, confort lumínico, relaciones óptimas de telecomunicación entre otras.

VISIÓN HUMANA:

PREMISA N.8: Los puntos de posibles pérdidas energéticas de la envolvente arquitectónica, deben ser dinámicos (cambios de color, cambio de tonalidades, etc.) y adaptarse a factores tanto internos, como externos. Los vidrios y aventanamientos deben responder a necesidades energéticas y visuales.

APARATO CIRCULATORIO:

PREMISA N.9: Aprovechar todo tipo de energía que provoca la circulación de fluidos en el hábitat humano, tales como el movimiento del agua, el gas, desagües, electricidad en desuso, etc. Y transformarla en otro tipo de energía de consumo.

conditions.

HUMAN PSYCHOMOTRICITY:

N.5 PREMISE: The building envelope, such facilities must respond to external stimuli. The collection of internal and external data, generate information to act accordingly. This response will generate movement and articulation of its components.

HUMAN MEMORY:

N.6 PREMISE: Installations of a building must have its own memory, you must learn the use and customs of its inhabitants, as external seasonal factors for more efficient energy consumption, as is the human being.

N.7 PREMISE: The operation of the facilities of a building must be logical and act with pre-established criteria. These logical criteria must be preprogrammed, in the face of energy efficiency, climate comfort, lighting comfort, optimal ratios of telecommunications among others.

HUMAN VISION:

N.8 PREMISE: The points of possible energy losses of the architectural envelope, must be dynamic (changing color, changing colors, etc.) and adapt to both internal and external factors. Glasses and aventanamientos must meet energy and visual needs.

CIRCULATORY:

PREMISE N.9: Making all kinds of energy that causes the circulation of fluids in the human habitat, such as the movement of water, gas, sewer, electricity obsolete, etc. And transform it into another type of energy consumption.

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. Clima, Lugar y Arquitectura – Manual de Diseño Bioclimático – CIEMAT – Ministerio de Industria y Energía España – Edita: Secretaria General Técnica del Ciemat.
2. Las Técnicas de Acondicionamiento Ambiental: Sistemas de Acondicionamiento y Arquitectura. – Neila Gonzalez, F. Javier – Bedoya Frutos, Cesar. Editorial Departamento Publicaciones, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
3. Las Técnicas de Acondicionamiento Ambiental: Fundamentos Arquitectónicos – Neila Gonzalez, F. Javier – Bedoya Frutos, Cesar. Edita: Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. Patrocinado por Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
4. Control Climático en Espacios Abiertos – Proyecto EXPO 92 – Grupo de Termomecánica – Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos. Universidad de Sevilla – Junta de Andalucía - Edita: Secretaria General Técnica del Ciemat.

En **KURSAAL** contribuimos, con nuestro trabajo,
a **construir, rehabilitar, aislar y conservar todo**
tipo de edificios, incluso los más emblemáticos
de nuestro **patrimonio arquitectónico**.



Asesoría técnica – Eficiencia Energética – Edificios Pasivos – Sostenibilidad – Diseño de espacios saludables - Formación



Nos caracteriza nuestro **compromiso** con la **calidad**, y por la obtención de unos **excelentes y duraderos resultados**, que han contribuido a convertirnos en la **empresa de referencia en el sector**.



Pioneros en **sistemas de aislamiento térmico** por el exterior y precursores de los más prestigiosos fabricantes, destacamos nuestra amplia experiencia en la mejora de la **eficiencia energética** afirmando, sin duda, que KURSAAL es **líder indiscutible del sector**.

KURSAAL REHABILITACIONES INTEGRALES

crea **KURSAAL GREEN**, que nace con el objeto de ofrecer soluciones de **ahorro, sostenibilidad y salud** en los procesos de rehabilitación de edificios. Queremos conseguir un **entorno residencial más sano** y que proporcione **mayor calidad de vida**.



Por nuestra filosofía de eficiencia y difusión, hemos creado **KURSAAL GREEN GELA**, que es el primer y más completo espacio didáctico donde se muestra una visión amplia y educativa de lo que es posible hacer para mejorar la calidad térmica y la salubridad de nuestras viviendas sin perder de vista la sostenibilidad de los materiales utilizados.



Materialización de Desarrollos Urbanos Compactos: Parámetros Sostenibles y Legislación Urbanística

Realization of Compact Urban Development: Sustainable Parameters and Urban Development Legislation

Enrique Mínguez Martínez¹⁻², María Vera Moure², Diego Meseguer García³, Miguel McDonnell Ros³

RESUMEN

La ciudad es un reflejo de la sociedad que la habita "la ciudad es un receptáculo para la vida."⁽¹⁾ Evolucionando hacia modelos urbanos sostenibles garantizamos la supervivencia de los ecosistemas urbanos, interviniendo en la ciudad de una manera transversal. Para ello, el diseño urbano debe introducir sistemas pasivos, que se traduzcan en un reparto del suelo, de usos y caracteres sociales que nos permita encaminarnos hacia el objetivo de la ciudad compacta, justa, ecológica, diversa... más allá de la construcción indiscriminada que produce ilusorios valores densificatorios óptimos "ciudad compacta" –una ciudad densa y socialmente diversa donde las actividades sociales y económicas se solapan y donde las comunidades puedan integrarse en su vecindario."⁽²⁾

Desde los años setenta la preocupación por la Sostenibilidad Urbana se ha ido incrementando exponencialmente, siendo actualmente el "Desarrollo Urbano Sostenible Integrado" uno de los objetivos prioritarios de las políticas europeas. "Las propuestas de la Comisión Europea para la política de cohesión 2014-2020 persiguen impulsar políticas urbanas integradas para mejorar el desarrollo urbano sostenible con el fin de reforzar el papel que desempeñan las ciudades"⁽³⁾ Pero a pesar de las buenas intenciones políticas, los intentos de trasladar las propuestas del urbanismo sostenible a nuestras ciudades, ya sea revitalizando entornos degradados o creando nuevos barrios eficientes -Ecobarrios-, no han logrado el objetivo de hacer llegar a los ciudadanos la nueva ciudad. Simplificando, al identificar la sostenibilidad con metabolismo urbano, las propuestas no consiguen la complejidad necesaria para garantizar la superposición correcta de las distintas variables que lograrían la evolución hacia una ciudad sostenible en su máxima acepción. "Cada uno de esos elementos que conforman el ecosistema urbano cumple sus funciones complejas y no deben entenderse exclusivamente como meros elementos cuyo sumatorio es igual al todo."⁽⁴⁾

Muchas veces, un proyecto urbano sostenible sobre el papel, al ejecutarse, no se traduce en un modelo de Ciudad Compacta. Existen múltiples factores que condicionan el grado de eficiencia de una actuación, pero en todos los casos, para materializar los conceptos del urbanismo sostenible, las ordenaciones deben ajustarse a la legislación urbanística vigente, pero ¿Es posible desarrollar las características de la Ciudad Sostenible dentro de la normativa vigente? ¿Contamos con leyes lo suficientemente flexibles? Variables como la densidad, el reparto de usos, de espacio libre y equipamientos, la peatonalización y la movilidad, la tecnología y el desarrollo virtual... deberían conjugarse dentro de la legalidad para permitir auténticos desarrollos sustentables "Developers, local planning authorities and planning inspectors all need clear guidance on the relationship between urban design, density and quality of life."⁽⁵⁾

¿Qué modelo de ciudad nos permite el ordenamiento legal vigente? ¿Podremos adaptarnos a las diferentes casuísticas que van a presentar nuestras ciudades en un futuro inmediato? Responder a estas preguntas, proponiendo estrategias pasivas flexibles que proporcionen herramientas para mejorar la sostenibilidad de entornos urbanos concretos, anticipándonos a las problemáticas derivadas del planeamiento vigente es el objetivo de este análisis. "Such guidance will need to be based on a range of values whose application would be directed by local circumstance. Imposing universal minimum standards is not the solution."⁽⁵⁾

Key words: Ciudad Compacta, Sistemas Urbanos Pasivos, Sostenibilidad Urbana, Ecobarrios, Legislación.

(1) Universidad de Alicante, Departamento de Edificación y Urbanismo. (2) Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM), Dpto. de Ciencias Politécnicas (3) Enrique Mínguez Arquitectos E: eminguez@eminguez.com

La ciudad sostenible y compacta (CSC) ¿puede ser una realidad?

Las ciudades evolucionan y se desarrollan acompañando y dirigiendo a la sociedad. Para garantizar su supervivencia resulta imprescindible incluir la sostenibilidad, en toda la amplitud del término, dentro de los planes de desarrollo urbano.

Adoptando como propia la definición de ciudad compacta de Richard Rogers "(...) *ciudad compacta –una ciudad densa y socialmente diversa donde las actividades sociales y económicas se solapan y donde las comunidades puedan integrarse en su vecindario*"⁽²⁾ y aunando ambos conceptos, sostenible más compacto, se plantea un modelo de ciudad lo suficientemente abierto como para integrar cualquier planteamiento urbano, y lo suficientemente concreto como para garantizar su calidad y supervivencia, más allá de la trivialización que identifica ciudad compacta con ciudad densa.

Frente a estos conceptos, que promueven la recuperación de los tejidos existentes y el control de expansión territorial, la realidad de los últimos años se ha traducido en desarrollos periféricos excesivos y descoordinados, que han originado tejidos desequilibrados, problemas de tráfico y un despilfarro de recursos (Figura 1). "El consumo de territorio no solo implica eso, dispersión territorial (*"sprawl"*), crecimiento indefinido y rapidísimo de los límites de la ciudad. Supone también consumo de espacio residencial construido (...), consumo de infraestructuras de transporte y urbanización (carreteras, calles, etc.), consumo de agua (...), consumo de carburantes (...), gastos de conservación/mantenimiento multiplicados, etc."⁽⁶⁾

The sustainable and compact city (SCC). Can it be a reality?

Cities evolve and develop accompanying and directing society. To ensure its survival, it is essential to include sustainability, across the breadth of the term, within the urban development plans.

Adopting the definition of the compact town by Richard Rogers as their own "(...) *ciudad compacta –una ciudad densa y socialmente diversa donde las actividades sociales y económicas se solapan y donde las comunidades puedan integrarse en su vecindario*"⁽²⁾ and combining both concepts, sustainable and compact, arises a city model open enough as to integrate any urban model, and concrete enough to guarantee its quality and survival, beyond the trivialization that identifies compact city with dense city.

Against these concepts, that promote the recovery of existing urban structures and control of territorial expansion, the reality of recent years has resulted in excessive and uncoordinated, peripheral developments that have resulted in unbalanced urban models, traffic problems and a waste of resources (Figure 1). "El consumo de territorio no solo implica eso, dispersión territorial (*"sprawl"*), crecimiento indefinido y rapidísimo de los límites de la ciudad. Supone también consumo de espacio residencial construido (...), consumo de infraestructuras de transporte y urbanización (carreteras, calles, etc.), consumo de agua (...), consumo de carburantes (...), gastos de conservación/mantenimiento multiplicados, etc."⁽⁶⁾

The new development concept is based often on a strange idea of "luxury", which materializes in single houses

Fig. 1. Desarrollo residencial disperso.

Dispersed residential development.



El concepto de nuevo desarrollo se basa muchas veces en una extraña idea de "lujo", que se materializa en viviendas unifamiliares donde cuanto mayor sea su grado de dispersión, mayor es su calidad. "Se empezó a identificar la baja densidad, por debajo de 35 o 40 viv/ha, como sinónimo de "calidad de vida", de sutil diferenciación social que distinguía los universos "residenciales", los "parques urbanizados" de la ciudad a secas"⁽⁶⁾.

Frente a las densidades de los núcleos históricos, se proponen nuevas estructuras de menor concentración urbana. El problema radica en que a menor volumen edificado, menor es la posibilidad de concentrar la masa crítica necesaria para consolidar espacios públicos vivos, tanto a nivel social como económico. Nos encontramos con nuevas ciudades muy sectorizadas, centradas en el espacio privado. "Hemos pasado en tan solo 30 ó 35 años de

where the greater your degree of dispersion, the greater their quality. "Se empezó a identificar la baja densidad, por debajo de 35 o 40 viv/ha, como sinónimo de "calidad de vida", de sutil diferenciación social que distinguía los universos "residenciales", los "parques urbanizados" de la ciudad a secas"⁽⁶⁾.

Front of the densities of the historical centres, proposed new urban models of lower urban concentration. The problem is that smaller built volume, retail is the possibility of concentrating the critical mass of people needed to consolidate living public areas, both social and economic. We have new very sectorized cities, focusing on the private space. "Hemos pasado en tan solo 30 ó 35 años de densidades brutas de 125/150 viviendas por hectárea –que correspondían a 400/500 habitantes por hectárea a los que se suman con facilidad otros 50/60 empleos/ha- a densidades

densidades brutas de 125/150 viviendas por hectárea –que correspondían a 400/500 habitantes por hectárea a los que se suman con facilidad otros 50/60 empleos/Ha- a densidades en el entorno de las 25/35 viviendas/Ha (75/100 habitantes/Ha. y 0 empleos).“⁽⁶⁾

Cuando pensamos en una ciudad sostenible, el primer concepto que suele aparecer es “la ciudad verde”, que junto con un metabolismo urbano sostenible conforman la base de cualquier barrio que quiere denominarse Ecobarrio. Quizá como herencia de la ciudad jardín de Howard, parece que cuanto mayor espacio verde por habitante se plantee mayor calidad tendrá un entorno urbano. Si aunamos esta idea con el paralelismo calidad – dispersión lo que obtenemos es una serie de unidades inconexas donde la dependencia del automóvil solo supone la punta del iceberg dentro de los graves problemas de conectividad, a todos los niveles, que presentan los nuevos desarrollos periféricos. “*Los efectos destructivos de los automóviles no son una causa sino más bien un síntoma de nuestra incompetencia para construir ciudades*”⁽⁷⁾

Estrategias pasivas urbanas. ¿Cómo utilizarlas para lograr CSC?

Para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de un edificio resulta mucho más práctico contar con sistemas pasivos (ventilación e iluminación natural, presencia de vegetación, correcta distribución de huecos, soluciones constructivas adecuadas al entorno, ventilación cruzada...) que utilizar estrategias activas (energía solar térmica y fotovoltaica, energía eólica, geotermia...). Las ciudades se comportan del mismo modo. Los sistemas pasivos urbanos, se basan en la aplicación de medidas de reequilibrio de la estructura urbana, ya sea en desarrollos de nueva construcción o en los ya existentes que no han conseguido transformarse en barrios o ciudades vivas. Un ejemplo clave de estrategia urbana pasiva es el **Sistema de Polinúcleos Sostenibles** (SPS), aplicable en la recuperación y desarrollo de la ciudad compacta. (Figura 2)

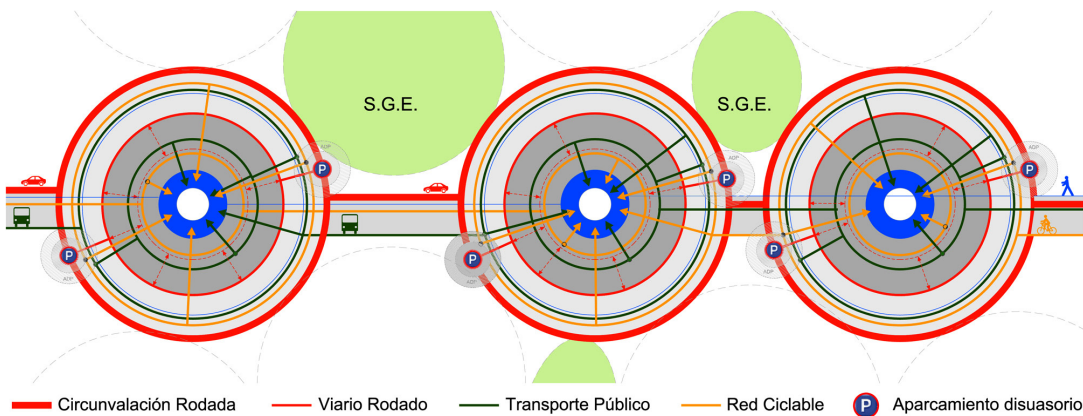
en el entorno de las 25/35 viviendas/Ha (75/100 habitantes/Ha. y 0 empleos).“⁽⁶⁾

When we think of a sustainable city, the first concept that usually appears is “the Green City”, together with a sustainable urban metabolism form the basis of any district that wants to be called Eco-District. Perhaps as the Howard Garden City heritage, seems higher per capita green area is referred to higher quality will have an urban environment. If we combine this idea with parallelism quality - dispersal what we get is a series of unconnected units where only automobile dependence is the tip of the iceberg in serious connectivity issues, at all levels, presenting new peripheral urban developments. “*Los efectos destructivos de los automóviles no son una causa sino más bien un síntoma de nuestra incompetencia para construir ciudades*”⁽⁷⁾

Urban passive strategies. How can we use them to get csc?

To improve the efficiency and sustainability of a building is much more practical to have passive systems (ventilation and natural lighting, the presence of vegetation, correct distribution of holes in the facade, constructive solutions to the environment, cross ventilation...) than use active strategies (solar thermal and photovoltaic energy, wind power, geothermal energy,...). Cities behave the same way. Urban passive systems, are based on the implementation of the urban structure rebalancing measures, either in developments of new construction or existing ones that have failed to transform into neighborhoods or living cities. A key example of passive urban strategy is the **Sustainable Polycentric System** (SPS), applicable in the recovery and development of the compact city. (Figure 2)

Passive strategies are the most efficient tool for intelligent urban development. Complementing in a sensible way with the possibilities offered by new urban technologies, each one has its time and place, they could achieve the revitalization of the millions of square meters of planned and urbanized land, inherited from the real state bubble,



Las **estrategias pasivas** son la herramienta más eficiente para lograr un desarrollo urbano inteligente. Complementándose de una manera sensata con las posibilidades que ofrecen las **nuevas tecnologías urbanas**, cada una tiene su momento y su lugar, podrían lograr la revitalización de los millones de metros cuadrados de suelo ordenado y urbanizado, heredados de la burbuja inmobiliaria, que actualmente presentan graves problemas de abandono y falta de desarrollo “*(...) muchos de los nuevos barrios o urbanizaciones del extrarradio serán absorbidas por la ciudad, y su éxito o fracaso en esa condición dependerá de si pueden adaptarse y funcionar con éxito como barrios*”⁽⁷⁾

currently presenting serious abandonment issues and lack of development “*(...) muchos de los nuevos barrios o urbanizaciones del extrarradio serán absorbidas por la ciudad, y su éxito o fracaso en esa condición dependerá de si pueden adaptarse y funcionar con éxito como barrios urbanos.*”⁽⁷⁾

The city is a complex structure similar to a framework where will progressively be overlapping different muscles and organs. If each element occupies and its precise role, city living, functioning as a whole. Establishing parameters urban balance and economic, social conditions and identity, with appropriate land deals, we manage to form operating

Fig. 2. Esquema Polinúcleos Sostenibles: Escala Barrio. Elaboración propia, 2014. Sustainable Polinúcleos scheme: Scale neighborhood. Homemade, 2014.

urbanos.”⁽⁷⁾.

La ciudad es una estructura compleja, similar a un esqueleto donde progresivamente se van superponiendo distintos músculos y órganos. Si cada elemento ocupa y cumple su función precisa, la ciudad vive, funcionando como un todo. Estableciendo los parámetros de equilibrio urbanístico y las condiciones económicas, sociales y de identidad, con los repartos de suelo más adecuados, conseguiremos conformar “un esqueleto” operativo donde progresivamente se irán incorporando los innumerables factores que constituyen la ciudad compacta. Posibilitando así una nueva oportunidad al ofrecer soluciones concretas a los problemas ya planteados por López de Lucio. “Las derivas del espacio público contemporáneo: a, redundancia (exceso de espacios libres públicos); b, especialización en una única función (tráfico/carreteras, consumo/grandes centros comerciales, etc.); c, privatización (comunidades residenciales cerradas, clubes privados, etc.); d, estilización (proyectos de alta calidad para espacios singulares: paseos marítimos, etc).”⁽⁶⁾

Proponemos un modelo urbano basado en la conectividad sostenible, donde mediante la obtención de un tejido diverso y la suficiente masa crítica, se elimine progresivamente el vehículo motorizado individual, consiguiendo una peatonalización no basada en la coacción sino en la eliminación de la utilidad habitual del automóvil en el interior de las ciudades, mediante estrategias similares a las planteadas en ciudades como Portland, con herramientas como “The 20 minutes neighbourhood”. (Figura 3)

Resulta básico contar con un tejido económico y dotacional

“framework” where is will gradually incorporate the countless factors constituting the compact city. Allowing for a new opportunity to provide specific solutions to the problems already raised by López de Lucio. “Las derivas del espacio público contemporáneo: a, redundancia (exceso de espacios libres públicos); b, especialización en una única función (tráfico/carreteras, consumo/grandes centros comerciales, etc.); c, privatización (comunidades residenciales cerradas, clubes privados, etc.); d, estilización (proyectos de alta calidad para espacios singulares: paseos marítimos, etc).”⁽⁶⁾

We propose a urban model based on sustainable connectivity, where by obtaining a different urban network and sufficient critical mass of people, eliminate progressively the individual motorized vehicle, getting a pedestrianisation based not in coercion but in the elimination of the usual utility of the automobile in the inner cities, using similar strategies to the raised in cities such as Portland, with tools such as “20 minutes neighbourhood”. (Figure 3)

It is basic to have an economic and public facility urban model that serve as a focus of attraction, bringing together the population required to conform the compact city, within a flexible urban network that allows growth and sustainable development through the application of the principles of **proactive innovation**.

Specify the keys to get the compact city goes far beyond setting a few scales or land distribution, but these are essential to determine a balanced urban structure (Figure 4). Leaning on it, to realize the new urban model, is essential

Fig. 3. The 20 minute neighbourhood, Portland Plan, 2012.

The 20 minute neighbourhood, Portland Plan, 2012.

FIGURE 12 - THE 20-MINUTE NEIGHBOURHOOD

SOURCE: DEPARTMENT OF TRANSPORT, PLANNING AND LOCAL INFRASTRUCTURE, 2013



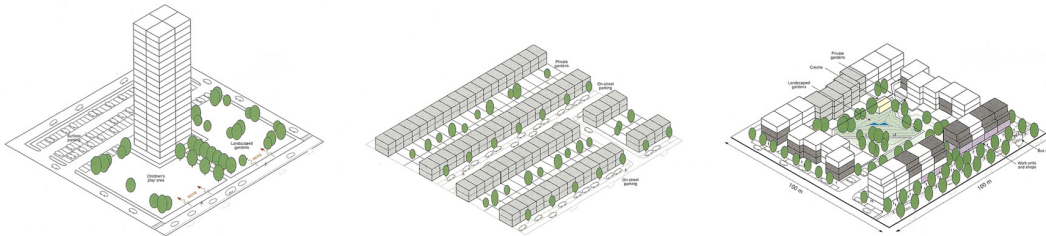
que sirva de foco de atracción, aglutinando la población necesaria para conformar la ciudad compacta, dentro de un tejido flexible que permita un crecimiento y desarrollo sustentable mediante la aplicación de los principios de la innovación preactiva.

Precisar las claves para conseguir la ciudad compacta va mucho más allá de fijar unos baremos o repartos de suelo, pero estos resultan imprescindibles para determinar una estructura urbana equilibrada (Figura 4). Apoyándose

to consider the elements that give it appeal and comfort: the identity of the spaces, the vegetation, the character of the place... “Las características físicas que determinan los barrios son continuidades temáticas que pueden consistir en una infinita variedad de partes integrantes (...)”⁽⁸⁾. Factors related to the characteristics of the environment, the scale, the topography of the place,... are constraints very important in the development of the compact city. Certain places, either by their physical characteristics or its landscape quality, do not support the impact that assumes the existence of

en ella, para materializar el nuevo modelo urbano, es fundamental considerar los elementos que la dotan de atractivo y confort: la identidad de los espacios, la vegetación, el carácter del lugar... "Las características físicas que determinan los barrios son continuidades temáticas que pueden consistir en una infinita variedad de partes integrantes (...)"⁽⁸⁾. Factores relacionados con las características del entorno, la escala, la topografía del lugar, son condicionantes muy importantes en el desarrollo de la ciudad compacta. Determinados lugares, ya sea por sus características físicas o su calidad paisajística, no admiten el impacto que supone la existencia de una ciudad compacta, transformándose en una actuación insostenible por sus repercusiones sobre el entorno.

Necesitamos combinar una serie de variables que nos permitan identificar las características del lugar, eliminando las desviaciones que puede ocasionar un análisis individual mediante la aplicación de un Sistema de Indicadores de Sostenibilidad.



Un factor clave en la obtención de un tejido equilibrado es el ajuste de las necesidades de espacio de relación respecto al número de usuarios reales, con la correcta proporción lleno vacío.

Como indicamos en el Sistema Polinuclear Sostenible (SPS), en un ámbito de 30 ha, con un núcleo de 12.000 habitantes, una densidad de 125 viv/ha(i), un reparto del suelo con una ocupación residencial del 40% y de espacio libre y equipamientos del 30% y una proporción de viario del 30% podíamos conseguir el "esqueleto de apoyo" para un modelo de ciudad compacta, que contaría con una altura media de PB+V(ii) (posibilitando un conjunto edificado de diferentes niveles) (Figura 5). Para precisar este reparto se utilizó la proporción de 6 m²/hab, muy inferior a la recomendada por la Guía Metodológica para los sistemas de auditoría certificación o acreditación de la

a compact city, becoming an unsustainable performance because of its impact on the environment.

We need to combine a series of variables that allow us to identify the characteristics of the place, eliminating the deviations that may result in a single analysis through the application of a Sustainability Indicators System.

A key factor in obtaining a balanced urban model is the setting of the needs of space in relationship to the number of real users, with the correct proportion full empty.

As we stated in the Sustainable Polynuclear System (SPS), in an area of 30 ha, with a core of 12,000 inhabitants, a density of 125 units/ha(i), a division of the land with a residential occupancy of 40% and green area and equipment of 30% and a proportion of 30% road network could get the "framework of support" for a model of compact city that it would have an average height of VI(ii) floors (allowing a built set of different levels) (Figure 5). To specify this distribution it was used the proportion of 6 m²/inh, much lower than the one recommended by the "Guía

Fig. 4. Relación entre densidad y forma urbana: Tres desarrollos con igual densidad: 75 viv/ha, R. Rogers, 1999. Relationship between density and urban form: three developments with equal density: 75 hou/ha, R. Rogers, 1999.

Metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano". "En términos de dotación, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece como parámetro óptimo entre 9 y 14 m² de superficie verde por habitante. Se establece como criterio mínimo 10 m² /habitante y como deseable 14 m²/habitante. El Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para el Desarrollo y Aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, determina en el artículo 19.1b, "espacios libres destinados a parques públicos y zonas verdes en proporción no inferior a cinco metros cuadrados por habitante"⁽⁹⁾.

Even at the Indicator of green area per inhabitant, la Guía Metodológica recommends us a minimum of 10 m²/inh. and an optimum value of more than 20 m²/inh. Other indicators such as Casbee for Urban Development proposes that



Fig. 5. Modelo urbano, Hammarby Sjöstad. Estocolmo (Suecia). Imagen propia, 2013. Urban model, Hammarby Sjöstad. Estocolmo (Suecia). Own photography, 2013.

calidad y sostenibilidad en el medio urbano. "En términos de dotación, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece como parámetro óptimo entre 9 y 14 m² de superficie verde por habitante. Se establece como criterio mínimo 10 m² /habitante y como deseable 14m² /habitante. El Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para el Desarrollo y Aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, determina en el artículo 19.1b, "espacios libres destinados a parques públicos y zonas verdes en proporción no inferior a cinco metros cuadrados por habitante"⁽⁹⁾.

Incluso en el Indicador de espacio libre por habitante, la Guía nos recomienda un mínimo de 10 m²/hab. y un valor óptimo de más de 20 m²/hab. Otros indicadores como Casbee for Urban Development proponen que un mínimo del 65% del desarrollo sean espacios abiertos (Códigos del Indicador (1,1,1)).

La materialización del modelo polinuclear indicado se basa en la homogeneización de los parámetros, consiguiendo una ciudad continua, de distancias cortas y posibilitando la implementación de las tecnologías más adecuadas. Dotando de valor la acera como espacio multifuncional conseguimos integrar los espacios de relación de una manera natural, mejorando la calidad del todo el modelo. Este sistema, junto con una estrategia de actuaciones que potencien la conectividad, el desarrollo económico y la cohesión social permiten desarrollar un tejido compacto. (Figura 6)

a minimum of 65% of the development are open areas (Indicator Codes (1,1,1)).

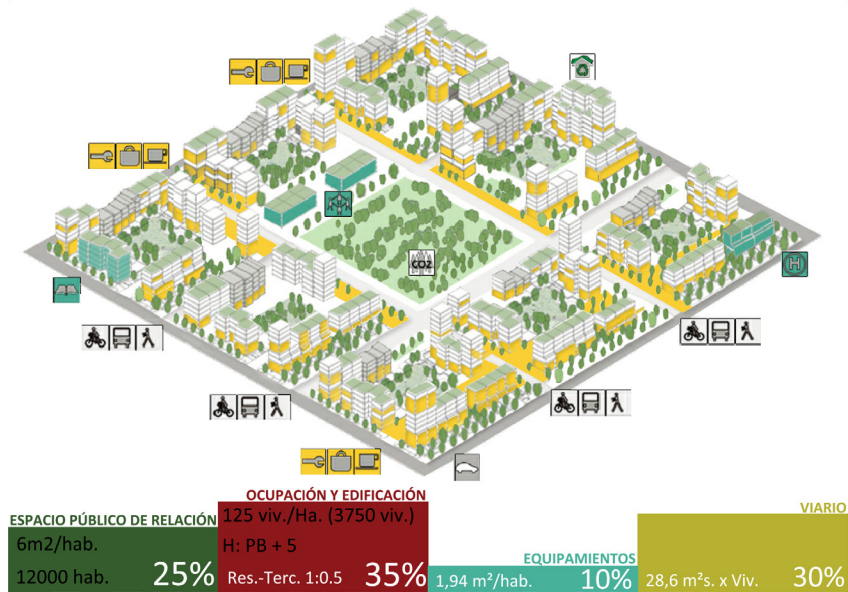
The materialization of the polynuclear model indicated is based on the homogenization of the parameters, obtaining a continuous city of short distances and enabling the implementation of the most appropriate technologies. Providing value the sidewalk as a multifunctional space managed to integrate the spaces of relationship in a natural way, improving the quality of the whole urban model. This system, together with a strategy of actions that foster the connectivity, economic development, and social cohesion allow to develop a compact urban model.

The sustainable city within current regulations.

To be able to realize the polynuclear model (SPS) proposed, using it as a pattern to reset the values of underutilized environments or in the development of new neighborhoods, the first step is to consider whether it meets the Spanish regulations, if we really are with a real "materialized" urban model and under what conditions.

Comparing the data of Reglamento de Planeamiento (1978), Laws of the Land of the Basque Country, in the Valencian Community and of the Region of Murcia in Table 1, we find regulations concerned with the possible exploitation of the land, resulting in urban models with public facilities

Fig. 6. Modelo y reparto tipo para ciudad compacta, elaboración propia, 2014.
Model and deal type for compact city, homemade, 2014.



La ciudad sostenible dentro de la normativa vigente

Para poder materializar el modelo polinuclear (SPS) propuesto, utilizándolo como patrón para reajustar los valores de entornos infrautilizados o en el desarrollo de nuevos barrios, el primer paso es considerar si cumple las normativas vigentes españolas, si realmente nos encontramos con un modelo real, "materializable" y en qué condiciones.

Comparando en la Tabla 1 los datos del Reglamento del Planeamiento Urbanístico (1978), las Leyes del Suelo del País Vasco, de la Comunidad Valenciana y de la Región de Murcia, nos encontramos con unas normativas preocupadas por la posible explotación del suelo, dando lugar a modelos urbanísticos con unos porcentajes dotacionales que podrían causar discontinuidades del tejido y crear espacios frontera

rates that could cause discontinuities of the urban model and create border spaces or generate oversized with maintenance costs often impractical public facilities surfaces.

Perform a comparison of flexibility or the city model proposed by these regulations, it is very complex, since they are variables estimated in different units, so taking a sector size suitable to concentrate the necessary critical mass of people (30 ha, we have calculated the number of dwellings, heights and the distribution of public facilities.)

Since the regulations do not indicate the percentage of road network necessary or obligatory, following A. Hernández Aja approaches in "La ciudad de los ciudadanos" it has been estimated a percentage of distribution of standard road network located between 25% and 30% from the land, so we have considered 27%. Once determined values sharing

Normativa	LEY / REGLAMENTO DE PLANEAMIENTO						Edificabilidad/ Densidad.
	SISTEMA GENERAL		SISTEMA LOCAL		Red viaria		
	Zonas Verdes	Equipamiento	Zonas Verdes	Equipamiento	Plazas de aparcamiento	Porcentaje red viaria	
Nacional Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se establece el Reglamento del Planeamiento Urbanístico. Anexo I. Artículo 10. Art 47 referencia a la densidad del RD 1346/1976, de 9 de abril.	Mínimo 10% del total del sector. Mínimo 5 m ² /hab.	Según PC.	Ud vivienda: 18 m ² s cada 100 m ² t Ud básica: 18 m ² s cada 100 m ² t Ud integrada: 21 m ² s cada 100 m ² t Entre 1000-2000 viv: 21 m ² s cada 100 m ² t Entre 2000 - 5000 viv: 21 m ² s cada 100 m ² t	Hasta 250 viv: 14 m ² s cada 100 m ² t Hasta 500 viv: 22 m ² s cada 100 m ² t Hasta 1000 viv: 24 m ² s cada 100 m ² t Entre 1000-2000 viv: 29 m ² s cada 100 m ² t Entre 2000 - 5000 viv: 30 m ² s cada 100 m ² t	1 plaza cada 100 m ² t (máximo 50% en red viaria).	-	El artículo 47 nos remite al art 75 del RD 1346/1976: 75 viv/ha, salvo casos excepcionales de 100 viv/ha (**)
Observaciones	Sector óptimo: 30 ha. Densidad: 75 viv/ha. 300000 m ² s x 0.75 m ² /m ² t = 225000 m ² t. Total: 2250 viviendas; (x3) = 6750 habitantes Sist. General: 10% = 3 ha Sist locales: 21 m ² s cada 100 m ² t = 4.75 ha 30 m ² s cada 100 m ² t = 6.75 ha Suponiendo un 27% de viario = 8.1 ha Ocupación edificaciones: 10.4 ha, 225000 m ² /104000 m ² s. Esto supondría un reparto uniforme de PB+H						
País Vasco. Ley 2/2006, de 30 de junio, de suelo y urbanismo. Art 18, 79. Art 77 edificabilidad	5 m ² s por hab. (4 hab cada 100 m ² t) 20 m ² s cada 100 m ² t		Dotaciones públicas: 10 m ² s de suelo por cada 25 m ² t, destinada a usos distintos de los de las dotaciones públicas. En ningún caso será inferior al 15% de la superficie total del sector.	1.4 plaza cada 100 m ² t uso no dotacional En parcelas de titularidad privada, y 0.6 plazas por cada 100 m ² t uso no dotacional.	-	-	1,30 m ² s/m ² t, 1,10 m ² s/m ² t, para municipios de menos de 7.000 hab.
Observaciones	Sector óptimo: 30 ha Densidad: 130 viv/ha. 300000 m ² s x 1.3 m ² /m ² t = 390000 m ² t. Total: 3900 viviendas; (x4) = 15600 habitantes Sist. General: 5 x 15600 = 7.8 ha Sist locales: 15 m ² s cada 100 m ² t = 4.5 ha 10 m ² s cada 25 m ² t = 15.6 ha Suponiendo un 27% de viario = 8.1 ha Ocupación edificaciones: 6.3 ha, 300000 m ² /63000 m ² s. Esto supondría un reparto uniforme de PB+H						
Comunidad Valenciana. Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunitat Valenciana. Anexo IV. Artículo 27.	10% del sector		Mínimo 35 m ² s por cada 100 m ² t. 15 m ² s cada 100 m ² t.	0.5 plazas de aparcamiento privada por hab. 0.25 plazas de aparcamiento público por hab. 20 m ² s cada 100 m ² t.	-	-	Se entiende por alta densidad aquella que resulte superior a 60 viviendas por hectárea.
Observaciones	Sector óptimo: 30 ha Densidad: 75 viv/ha. 300000 m ² s x 0.75 m ² /m ² t = 225000 m ² t. Total: 2250 viviendas; (x3) = 6750 habitantes. Sist General: 10% del sector: 3 ha Sist. Local: 15 m ² s cada 100 m ² t = 3.40 ha 20m ² cada 100 m ² t = 4.5 ha Suponiendo un 27% de viario = 8.1 ha Ocupación edificaciones: 14 ha, 225000m ² /140000 m ² s. Esto supondría un reparto uniforme de PBH						
Región de Murcia Ley 13/2015, de 30 de marzo, de ordenación territorial y urbanística de la Región de Murcia. Artículos 116, 119 y 124.	20 m ² s cada 100 m ² t. 8 m ² s cada 100 m ² t en ciudades de más de 20000 hab. 13 m ² cada 100 m ² t en ciudades de más de 100000 hab.	4 m ² s cada 100 m ² t.	10 m ² s cada 100 m ² t. 20 m ² s cada 100 m ² t uso global residencial 5 m ² s cada 100 m ² t uso global de actividad económica	1 plaza pública cada 100 m ² t. 1 plaza privada cada 100 m ² t.	-	-	Residencial de alta densidad: más de 0.75 a 1m ² /m ² t inclusive
Observaciones	Sector óptimo: 30 ha Densidad: 100 viv/ha. 300000 m ² s x 1 m ² /m ² t = 300000 m ² t. Total: 3000 viviendas; (x3)=9000 hab. Sist. General: 6 ha + 1.2 ha = 7.2 ha. Sist. Local: 3 ha + 6 ha = 9 ha Suponiendo un 27% de viario = 8.1 ha. Ocupación edificaciones: 12.9 ha, 300000 m ² /129000 m ² s. Esto supondría un reparto uniforme de PB+H						

o generar superficies dotacionales sobredimensionadas con gastos de mantenimiento muchas veces inasumibles.

Realizar una comparativa de la flexibilidad o del modelo de ciudad que proponen estas normativas, resulta muy complejo, ya que son variables estimadas en distintas unidades, por lo que tomando un tamaño de sector adecuado para concentrar la masa crítica necesaria (30 ha, hemos calculado el número de viviendas, las alturas y el reparto de equipamientos.

Ya que las normativas no indican el porcentaje de viario necesario u obligatorio, siguiendo los planteamientos de A. Hernández Aja en "La ciudad de los ciudadanos" se ha estimado un porcentaje de reparto de viario habitual ubicado entre el 25 y 30% del suelo, por lo que hemos considerado un 27%. Una vez determinados los valores el reparto del suelo con la misma casuística la comparativa se refleja en la Tabla 2, incorporando los datos relacionados con el Ecobarrio de Valdespartera.

En un primer análisis superficial, podría parecer que todas las normativas son muy similares y que entre los porcentajes de reparto del suelo no existen grandes diferencias. Nos movemos en un intervalo que va desde el 40% construido y el 60% libre (como ocurre en el País Vasco), al inverso, 60% construido y 40% libre, (del resto de normativas). Considerando que la base homogeneizadora de la ciudad la conforma el tejido urbano, dado el carácter singular de las dotaciones, y uniformando las alturas según el modelo de altura media propuesto, PB+V, por su flexibilidad al combinar distintas alturas dentro del mismo esquema, permitiendo el desarrollo de una complejidad volumétrica y tipológica, el análisis cambia radicalmente (Tabla 3).

the land with the same casuistics, the comparative is reflected in Table 2, incorporating data related with Ecocity Valdespartera and proposed model SPS.

In a first superficial analysis could seem that all regulations are very similar and that between the percentages of allocation of land there are no major differences. We move in a range that goes from the 40% built and 60% free space (as in the Basque Country), the inverse, 60% built and 40% free space, (the rest of regulations). Whereas homogenizing base of the city complies the urban model, given the singular nature of public facilities, and standardizing the heights according to the model of average height proposed, VI floors, because of its flexibility to combine different levels within the same scheme, enabling the development of a typological and volumetric complexity, analysis changes dramatically (Table 3).

The resulting models are hardly compatible with the compact, pedestrian, and diverse city (Figure 7). "La tarea es promover la vida urbana de los ciudadanos, alojados –esperémoslo– en concentraciones lo bastantes densas y diversas como para ofrecerles una sólida oportunidad de desarrollar la vida urbana"⁽⁷⁾.

Derive new urban developments towards

Tabla 1. Comparativa parámetros urbanísticos entre distintas Leyes autonómicas españolas.

Table 1. Comparative urban planning parameters between different Spanish Autonomous Community laws.

REGULATIONS	LAW / PLANNING REGULATIONS						BUILDING CAPACITY/ DENSITY
	GENERAL SYSTEM		LOCAL SYSTEM		ROAD NETWORK		
	GREEN AREAS	EQUIPMENT	GREEN AREAS	EQUIPMENT	NUMBER OF PARKING SPACE	% ROAD SYSTEM	
Nacional R D 2159/1978, Annex I. Art 10. Art 47	Minimum 10% of the sector. Minimum 5 m ² / inhabitants.	According to local regulations	Housing unit: 18 m ² s each 100 m ² t Basic unit: 18 m ² s each 100 m ² t Integrated unit: 21 m ² s every 100 m ² t Between 1000-2000 units: 21 m ² s each 100 m ² t Between 2000 - 5000 units: 21 m ² s each 100 m ² t	To 250 units: 14 m ² s each 100 m ² t To 500 units: 22 m ² s each 100 m ² t To 1000 units: 24 m ² s each 100 m ² t Between 1000-2000 units: 29 m ² s each 100 m ² t Between 2000 - 5000 units: 30 m ² s each 100 m ² t	1 parking space 100 m ² t (maximum 50% for road system).	-	Art 47 refers us art 75 del RD 1346/1976: 75 units/ha, except in exceptional cases 100 units/ha (**)
Observations	Optimal Sector: 30 ha. Density: 75 units / ha. 300000 m ² s x 0.75 m ² /m ² t = 225000 m ² t. Total: 2250 units; (x3) = 6750 inhabitants. General Syst.: 10% = 3 ha Local Syst.: 21 m ² s each 100 m ² t = 4.75 ha 30 m ² s each 100 m ² t = 6.75 ha Assuming 27% of road network = 8.1 ha Occupancy buildings: 10.4 ha, 225000 m ² /104000 m ² s. This would be a uniform distribution of II levels.						
País Vasco. Ley 2/2006, Art 78, 79. Art 77	5 m ² s per inhab. (4 inhab each 100 m ² t) 20 m ² s every 100 m ² t		Public facilities: 100 m ² s of land per 25 m ² t, intended for uses other than public facilities. In no case be less than 15% of the total area of the sector.	1.4 parking spaces each 100 m ² t not public facility use. Private owned plots, and 0.6 parking spaces per 100 m ² t not public facility use.	-	-	1.30 m ² s/m ² t, 1.10 m ² s/m ² t to municipalities of less than 7.000 inhabitants.
Observations	Optimal Sector: 30 ha. Density: 130 units / ha. 300000 m ² s x 1.3 m ² /m ² t = 390000 m ² t = Total 3900 homes; (x4) = 15600 inhabitants. General Syst.: 5 x 15600 = 7.8 ha Local Syst.: 15% of the sector = 4.5 ha 10 m ² s cada 25 m ² t = 15.6 ha Assuming 27% of road network = 8.1 ha Occupancy buildings: 6.3 ha, 300000 m ² /63000 m ² s. This would be a uniform distribution of V levels.						
Comunidad Valenciana. Ley 5/2014, Annex IV. Art 27	10% of the sector		Minimum 35 m ² s each 100 m ² t. 15 m ² s each 100 m ² t.	0.5 private parking spaces per person 0.25 public parking spaces per person. 20 m ² s each 100 m ² t.	-	-	High density means that make it more than 60 dwellings per hectare.
Observations	Optimal Sector: 30 ha. Density: 75 units / ha. 300000 m ² s x 0.75 m ² /m ² t = 225000 m ² t. Total: 2250 units; (x3) = 6750 inhabitants. General Syst.: 10% of the sector: 3 ha Local Syst.: 15 m ² s each 100 m ² t = 3.40 ha 20m ² each m ² t = 4.5 ha Assuming 27% of road network = 8.1 ha Occupancy buildings: 14 ha, 225000 m ² /140000 m ² s. This would be a uniform distribution of II levels						
Región de Murcia Ley 13/2015, Arts 116, 119 y 124.	20 m ² s each 100 m ² t. 8 m ² s cada 100 m ² t in cities of more than 20,000 inhabitants. 13 m ² each 100 m ² t. in cities of more than 100,000 inhabitants.	4 m ² s each 100 m ² t.	10 m ² s each 100 m ² t. 20 m ² s cada 100 m ² t residential use 5 m ² s each 100 m ² t, economic activity use	1 Public parking space each 100 m ² t. 1 Private parking spaces each 100 m ² t	-	-	High density residential: over 0.75 to 1m ² /m ² t inclusive
Observations	Optimal Sector: 30 ha. Density: 100 units / ha. 300000 m ² s x 1 m ² /m ² t = 300000 m ² t. Total: 3000 homes; (x3) = 9000 inhabitants. General Syst.: 6 ha + 1.2 ha = 7.2 ha. Local Syst.: 3 ha + 6 ha = 9 ha Assuming 27% of road network = 8.1 ha. Occupancy buildings: 12.9 ha, 300000 m ² /129000 m ² s. This would be a uniform distribution of III levels						

Normativa	Densidad máxima (Viv/ha)	Nº de plantas	RESUMEN - Reparto del suelo					
			Ocupación Viario (%)	Ocupación Zonas verdes (%)	Ocupación Equipamiento (%)	Ocupación Residencial Terciario (%)	Ocupación edificaciones (%)	Suelo NO ocupado por edificaciones (%)
Real Decreto 2159/1978	75	PB+1	27	16	22	35	57	43
País Vasco Ley 2/2006	130	PB+V	27	30	22	21	43	57
Comunidad Valenciana Ley 5/2014	75	PB+I	27	11	15	47	62	38
Región de Murcia Ley 13/2015	100	PB+II	27	10	20	43	63	37
Ecobarrio de Valdespartera	40	PB+VI	35	15	22	35	57	43
Modelo SPS propuesto	125	PB+V	30	20	10	40	50	50

Regulations	Maximum Density (unit/ha)	Floors	SUMMARY - Land Distribution					
			Road Network Occupancy (%)	Green Areas Occupancy (%)	Equipment Occupancy (%)	Residencial + Service Occupancy (%)	Buildings Occupancy (%)	Land not occupied by buildings (%)
Real Decreto 2159/1978	75	PB+1	27	16	22	35	57	43
País Vasco Ley 2/2006	130	PB+V	27	30	22	21	43	57
Comunidad Valenciana Ley 5/2014	75	PB+I	27	11	15	47	62	38
Región de Murcia Ley 13/2015	100	PB+II	27	10	20	43	63	37
Ecocity Valdespartera	40	PB+VI	35	15	22	35	57	43
Model SPS proposed	125	PB+V	30	20	10	40	50	50

Tabla 2. Comparativa del reparto del suelo en distintas normativas españolas.

Table 2. Comparison of the distribution of land in different Spanish regulations.

NORMATIVA	RESUMEN SUELO SEGÚN NORMATIVA			OCUPACIÓN SUELO CON NÚMERO ÓPTIMO DE PLANTAS	
	DENSIDAD (Viv/Ha)	Nº DE PLANTAS	OCUPACIÓN RESIDENCIAL TERCIARIO (%)	Nº DE PLANTAS	OCUPACIÓN RESIDENCIAL TERCIARIO (%)
REAL DECRETO 2159/1978	75	PB+1	35	PB+V	13
PAÍS VASCO. Ley 2/2006	130	PB+V	21	PB+V	21
COMUNIDAD VALENCIANA. Ley 5/2014	75	PB+I	47	PB+V	13
REGIÓN DE MURCIA Ley 13/2015	100	PB+II	43	PB+V	17
ECOBARRIO DE VALDESPARTERA	40	PB+VI	35	PB+V	7
MODELO SPS PROPUESTO	125	PB+V	40	PB+V	40

REGULATIONS	SUMMARY LAND ACCORDING TO REGULATIONS			LAND OCCUPANCY WITH OPTIMAL FLOORS	
	DENSITY (unit/ha)	FLOORS	RESIDENTIAL + SERVICE OCCUPANCY (%)	FLOORS	RESIDENTIAL + SERVICE OCCUPANCY (%)
REAL DECRETO 2159/1978	75	PB+1	35	PB+V	13
PAÍS VASCO. Ley 2/2006	130	PB+V	21	PB+V	21
COMUNIDAD VALENCIANA. Ley 5/2014	75	PB+I	47	PB+V	13
REGIÓN DE MURCIA Ley 13/2015	100	PB+II	43	PB+V	17
ECOCITY VALDESPARTERA	40	PB+VI	35	PB+V	7
MODEL SPS PROPOSED	125	PB+V	40	PB+V	40

Tabla 3. Comparativa del reparto del suelo en distintas normativas españolas.

Table 3. Comparison of the distribution of land in different Spanish regulations.

Los modelos resultantes difícilmente son compatibles con la ciudad compacta, peatonal y diversa (Figura 7). "La tarea es promover la vida urbana de los ciudadanos, alojados –esperémoslo– en concentraciones lo bastante densas y diversas como para ofrecerles una sólida oportunidad de desarrollar la vida urbana"⁽⁷⁾.

Derivar los nuevos desarrollos hacia un modelo compacto resulta muy complicado, no solo por los problemas derivados del cumplimiento de la normativa. Analizando los repartos de suelo propuestos por las diferentes normativas, se puede deducir que resulta más rentable (para un promotor) el desarrollo de un desarrollo disperso, con viviendas unifamiliares que un desarrollo compacto, pudiendo ser este un factor en su proliferación.

Estrategias como las que propone López de Lucio para la recuperación de este tipo de tejidos, "Un diseño residencial

a urban compact model is very difficult, not only because of the problems arising from the compliance with regulations. Analyzing land deals proposed by the different regulations, we can deduce is more profitable (for a property developer) that the development of dispersed urban area with single-family houses to a compact development, this may be a factor in their proliferation.

Strategies such as those proposed by Lopez de Lucio for the recovery of this kind of urban model, "Un diseño residencial responsable puede plantearse al reducir algunos de los parámetros que inciden en el problema: a través de políticas de densificación y compactación razonable de los tejidos urbanos, de introducción de actividades complementarias (complejidad funcional), de promoción de los desplazamientos"⁽⁶⁾, they should be integrated in legislation, allowing and encouraging their development in a specific way.

You should search the way to promote the legal conditions for a new model of city from the different administrations, it is our responsibility to try it. "Es posible que nos hayamos convertido en una gente tan abúlica que ya no nos importe cómo funcionan las cosas, sino únicamente la primera, rápida y externa impresión que nos dan"⁽⁷⁾

Conclusions

The compact city is much more than a dense city. It's a model of "una ciudad densa y socialmente diversa donde las actividades sociales y económicas se solapan y donde las comunidades puedan integrarse en su vecindario."⁽⁵⁾

Materialize these urban models goes far beyond measures that have an impact on the urban metabolism or attempt to resolve structural urban problems through the use of technology. Comprehensive measures that restore the balance of the urban model acting on several factors simultaneously should be taken.

Deals proposed in the regulations determine urban developments executed, precluding the development of compact city. Measures that provide public facilities to users, regulations that homogenizes the urban model avoiding discontinuities and increasing the density in a controlled way, we would find an urban model in optimal conditions to introduce the technological tools and strategies of diversification of uses that would guarantee us a compact and sustainable city. "Una ciudad justa [...]. Una ciudad bella [...]. Una ciudad creativa [...]. Una ciudad ecológica [...]. Una ciudad que favorezca el contacto [...]. Una ciudad compacta y policéntrica [...]. Una ciudad diversa [...]"⁽⁵⁾

responsable puede plantearse al reducir algunos de los parámetros que inciden en el problema: a través de políticas de densificación y compactación razonable de los tejidos urbanos, de introducción de actividades complementarias (complejidad funcional), de promoción de los desplazamientos⁽⁶⁾, deberían integrarse en la legislación, posibilitando y fomentando su desarrollo de una manera concreta.

Se debería buscar la manera de promover desde las distintas administraciones las condiciones legales necesarias para conseguir un nuevo modelo de ciudad, es nuestra responsabilidad intentarlo.

“Es posible que nos hayamos convertido en una gente tan abúlica que ya no nos importe cómo funcionan las cosas, sino únicamente la primera, rápida y externa impresión que nos dan”⁽⁷⁾

Conclusiones

La ciudad compacta supone mucho más que una ciudad densa. Es un modelo de *“una ciudad densa y socialmente diversa donde las actividades sociales y económicas se solapan y donde las comunidades puedan integrarse en su vecindario.”*

Materializar esos modelos va mucho más allá de medidas que incidan sobre el metabolismo urbano o intentar resolver los problemas urbanos estructurales mediante el uso de la tecnología. Se deben plantear medidas integrales, que recuperen el equilibrio de la estructura urbana actuando en varios factores de manera simultánea.

Los repartos propuestos en las normativas vigentes condicionan los desarrollos ejecutados, imposibilitando el desarrollo de la ciudad compacta. Con medidas que proporcionen las dotaciones a los usuarios, normativas que homogenicen el tejido evitando discontinuidades y aumentando la densidad de una manera controlada, nos encontraríamos con un tejido en las condiciones óptimas para introducir las herramientas tecnológicas y estrategias de diversificación de usos que nos garantizarían una Ciudad Compacta y Sostenible. *“Una ciudad justa [...]. Una ciudad bella [...]. Una ciudad creativa [...]. Una ciudad ecológica [...]. Una ciudad que favorezca el contacto [...]. Una ciudad compacta y policéntrica [...]. Una ciudad diversa [...].”⁽⁸⁾*



Fig. 7. Ecobarrio Valdespartera. Zaragoza. R. Betrán, 2001. Ecocity Valdespartera. Zaragoza. R. Betrán, 2001.

REFERENCES / REFERENCIAS

i. La propuesta de ciudad central peatonal se demostraría eficaz para las 125 viv/ha 9

ii. Recomendable 60 viviendas por hectárea (PB+4)11

i. The proposal of pedestrian central city prove effective for the 125 hou/ha9

ii. Recommended 60 houses per hectare (PB+4)11

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. ALEXANDER, Christopher. La Ciudad no es un árbol. En Cuadernos suma-nueva visión, n°20. Buenos Aires: Ediciones Visión, 1968
2. ROGERS, Richard, GUMUCHDJIAN, Philip. Ciudades para un pequeño planeta. Editorial Gustavo Gili, 2006.
3. COMISIÓN EUROPEA. Política de Cohesión 2014-2020.
4. RUEDA, Salvador. El ecosistema urbano y los mecanismos reguladores de las variables autoregenerativas. En Estudios territoriales, ciudad y territorio, n° 100-101. Madrid: MOPTMA, 1994.
5. ROGERS, Richard. Towards an Urban Renaissance. London: Urban Task Force, 1999.
6. LOPEZ DE LUCIO, Ramón. Construir Ciudad en la Periferia. Criterios de Diseño para Áreas Residenciales Sostenibles. Madrid: Maireia Libros, 2007.
7. JACOBS, Jane. Muerte y vida de las grandes ciudades. Madrid: Capitán Swing Libros, S.L., 2011.
8. LYNCH, Kevin. La imagen de la ciudad. Barcelona: Gustavo Gili, 2012.
9. RUEDA, Salvador (dir). Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano. Madrid: Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Fomento, 2012.
10. HERNÁNDEZ, Agustín (dir). La ciudad de los ciudadanos. Madrid: Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, 1997.
11. RUEDA, Salvador (dir). Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla. Sevilla. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2007.

Análisis comparativo de la valoración propuesta por herramientas de evaluación de sostenibilidad en edificación

Comparative analysis of the assessment proposed by sustainability assessment tools in Building Constructions

Francisca Molina-Moreno¹, Víctor Yepes²

RESUMEN

Varios son los sistemas de evaluación de sostenibilidad en edificios de que el proyectista dispone para evaluar la aptitud de su proyecto frente a impactos ambientales. La principal diferencia es la orientación y alcance de los tres tipos de herramientas comparadas. Las herramientas que otorgan certificado al edificio originalmente se orientaban hacia la evaluación de impactos estimados la etapa de ocupación, cuyos impactos serán estimados sobre métricas del diseño en relación a su entorno climático. Posteriormente han incluido entre sus criterios la realización del ACV que valoran sin entrar a cuestionar la posibilidad de reducir impactos iniciales (energía incorporada y emisiones por la construcción). Las exigencias y normativas en cuanto a eficiencia energética han propiciado un mayor conocimiento de éstas además de las actualizaciones Código Técnico de la Edificación al respecto. Por otra parte, las herramientas específicas de ACV para edificación presentan solidez de cuantificación de impactos asociados a la fabricación y construcción, cuyo estudio adquiere mayor relevancia conforme aumentan diseños eficientes energéticamente. Sin embargo la baja familiarización de proyectistas con el proceso de ACV no ha ayudado a difundir su uso. Este análisis subraya las diferencias entre las categorías evaluadas de 3 herramientas de evaluación de aplicación en Europa, con el objetivo de hallar qué implicaciones sobre la toma de decisiones del proyectista y en qué grado su criterio como experto se vería influenciado por el peso (puntuaciones) de los criterios y subcriterios. La instrucción española de hormigón estructural EHE-08 provee de un modelo de evaluación de estructuras sostenibles mediante un Índice de Contribución de la Estructura a la Sostenibilidad, cuya utilidad hemos comparado con los sistemas de evaluación genéricos y con los de análisis del ciclo de vida (ACV).

Key words: sistemas evaluación, ponderación criterios, categorías de evaluación, heterogeneidad | assessment system, criteria weighting, assessment categories

Introducción

Varios son los sistemas de evaluación de sostenibilidad en edificios de que el proyectista dispone para evaluar la aptitud de su proyecto frente a impactos ambientales. El fundamento de estas herramientas reside en hacer reconocibles al mercado los edificios de bajo impacto ambiental con la esperanza de una transición progresiva del sector constructivo. Algunos países de la unión europea han desarrollado esquemas propios, bien sea a partir de otros estándares, bien endureciendo la regulación nacional existente. Los estándares armonizados que se deben seguir pueden verse en la Figura 1:

Fig. 1. Estandarización de indicadores de impacto. Standardisation of assessment indicators.

Marco de Estandarización	Basado en	Descripción
CEN/TC 350	ISO 14040, ISO 14044	Principios, requerimientos y líneas guía
ISO/TC 59/SC 14	ISO 15686-5: 2008	Evaluación del coste del ciclo de vida y vida en servicio
UNE-ISO/TS (España)	ISO 21931-1.2008	Métodos de evaluación de trabajos de construcción
UNE-ISO/TS (España)	ISO 21931-1.2009	Indicadores de sostenibilidad en edificios

Además, existen deficiencias en cuanto a la utilidad del procedimiento de evaluación para el proyectista. Análisis previos (Wallhagen et al. 2013; Ng, Chen, and Wong 2013; Huedo and López-Mesa 2013) subrayan diferencias entre herramientas en cuanto a aspectos del procedimiento (accesibilidad y disponibilidad de datos) y de utilidad al proyectista, de los niveles de evaluación. El proyectista experimentado puede encontrar cierta controversia en tanto en cuanto las alternativas de proyecto sean diferentemente ponderadas en cada método. A medio plazo las herramientas de evaluación quedarían obsoletas si no sirven en la toma de decisiones ni como marco normativo a futuro.

El impacto de una estructura en edificación supone entre un 50 y 60% del global de energía e impactos asociados a su construcción. La reducción en la producción de Clinker resulta prioritaria también por razones económicas, la producción podría estar en riesgo de externalización a países que no participan del mercado de emisiones de aquí a 2020, debido a precios de la tonelada de CO2 (35-40%) según las previsiones europeas. El dimensionamiento de estructuras requiere un esfuerzo por minimizar el uso de Clinker a la vez de conseguir infraestructuras durables, pero la prioridad de las herramientas de evaluación había sido la eficiencia energética en fase de operación. A diferencia de éstas, el modelo de evaluación de estructuras desarrollado por Aguado, 2012 (MIVES) se configure como herramienta de valoración de la sostenibilidad y considera caracterización de acero y hormigón, adiciones sustitutas del Clinker, control de ejecución y gestión de residuos en obra, entre otros.

Fig. 2. Herramientas y modelos de evaluación. Clasificación por niveles. Adaptado de (Huedo and López-Mesa 2013). Assessment tools and models. Level grade. Adapted from (Huedo and López-Mesa 2013).

	Herramientas y modelos de evaluación	Nombre comercial
1º nivel	genéricas de ACV	Aist-LCA, Gabi 4, JEMAI-L-LCA, Lcapix, SimaPro7, Umberto 5.5
→	específicas para el ACV en edificación	Athena Estimator, Catalogue Construction CH, Metabase, OFEN
2º nivel	materiales y soluciones constructivas	Athena Estimator, LCAid, Legep 1.2, Lisa, Metabase, TCQ2000
→	específicas de la ejecución de estructuras	MIVES (Modelo Integrado de Valor para Estructuras Sostenibles)
3º nivel	certificación de sostenibilidad global del edificio	Breem, Casbee, Enlace, GBTool, Green Globes, Leed, Verde

Subjetividad y ponderaciones

A pesar de los esfuerzos de armonización y estándares existe heterogeneidad en la ponderación de las categorías evaluadas en las herramientas de tercer nivel, de ahí la subjetividad implícita en la elección de uno u otro método. Subrayamos las diferencias de tres niveles de herramientas de evaluación, con el objetivo de hallar qué implicaciones sobre la toma de decisiones del proyectista y en qué grado su criterio como experto se vería influenciado por el peso

Introduction

Designers count on a variety of building assessment tools to evaluate compliance of environmental concerns. These tools are mainly conceived for market purposes and acknowledgement, in the hope for a transition to a low carbon construction sector. Some EU countries develop their own assessment and certification schemes from existing international standards as it is the case for LEED⁽¹⁾ and VERDE. Other develop stricter requirements in prescriptive codes. Harmonized standards baseline to follow are in Figure 1.

There are some weaknesses in the assessment procedures to the usefulness of designers. Previous analyses (Wallhagen et al. 2013; Ng, Chen, and Wong 2013; Huedo and López-Mesa 2013) highlight differences between tools as to operational aspects and utility of the rating level for designers []. Certain controversy exists in how criteria weighting affects the alternative choices of the project, thus the different weighting among tools. Tools may become obsolete if do not assess in decision making or are accurate enough as to become prescriptive tools thereafter. Ongoing improvements of impact assessment lead to unify and reward local materials' provision in sustainability assessments.

The clinker production risk of offshoring to non-ETS countries by 2020, due to CO2 prices above €35/t (expected for the 2013-2020 period, according to EU forecast prices between 34 and 40 €). The urgency for reducing the use of Portland cement becomes a priority for economic reasons as well, requiring additional efforts for designers to approach eco-design processes dimensioning for structures and city infrastructures. Some owners or specifiers seek for useful life cycle and energy efficiency over time, especially if the goal is to obtain recognition by labelling. Such goal can put these two concepts in opposition, so determining valuable credits is needed.

For a comprehensive quantification of impacts the design process need to sharpen focus on the environmental factors produced from cradle to gate. Unlike MIVES, tools at 3rd level do not explicit award using less carbon intensive materials like substituents of Portland cement. However

the way this model is conceived still cannot help architects and contractors think in how to really reduce the major impacts.

Subjectivity and weighting

Heterogeneity in weighting categories is usually a highly controversial issue in life cycle impact assessment, as this is a subjective issue. We highlight differences

(puntuaciones) de los criterios y subcriterios. Con ello se pone de manifiesto cuánto influye en las decisiones del proyectista el cumplimiento con cada categoría, con sus criterios y qué características de diseño compromete el decisor en otras categorías al elegir la alternativa valorada con el mayor peso en su categoría. Ya sea por conseguir la máxima puntuación en la misma en virtud de minorar impactos negativos, sucede que mientras que los sistemas de certificación no estén fundamentados en un objetivo común, intereses opuestos pueden dificultar el criterio del proyectista en objetivos prioritarios.

Sistemática de los tipos de evaluación

Las herramientas de evaluación global del edificio se orientan a la etapa de ocupación, cuyos impactos serán estimados sobre métricas del diseño en relación a su entorno climático. Pese a que las herramientas no diseñadas en España como LEED y BREEAM adaptan los pesos de sus categorías a las diferentes geografías, su uso es meramente comercial y aporta poca utilidad en España; ya el Código Técnico exige eficiencia energética, donde LIDER y CALENER son las herramientas oficialmente reconocidas. Tras realizar una comparativa entre los sistemas existentes se identifican diferencias en cuanto al procedimiento, a agregación, ponderación y robustez de criterios (Figura 3).

La manifiesta desvinculación entre procesos de certificación energética y el ACV hace necesario un planteamiento del diseño que incluya impactos iniciales asociados y no como mera auditoría de impactos a posteriori. LEED v4 y BREEAM incluyen ACV experimentalmente en su evaluación,

between the three levels of assessment tools with the aim to find implications on decision making and to what extent the expert judgement could be influenced by the criteria weighting of criteria and subcriteria. It becomes clear that influential decisions of the designer fulfilling with each category, with its criteria and design features which compromises the decider in other categories to choose alternative assessed with the greatest weight in its category. Whether it by getting the highest score in thereof under lesser negative impacts, it happens that while certification systems are not fully developed under a common goal, special interests and competing interest may hinder decision maker view on priority goals.

Operative of assessment typologies

Whole building assessment tools traditionally focus in occupancy impacts rather than initial impact assessment, as is the aim of building life cycle analysis tools. Third level tools adapt category weighting according to regional features, however they are in competition with building codes and tools in constant adaption to European standards. After a comparative analysis of existing method we identified differences in the procedure we identify differences in procedure, aggregation, robustness of criteria weighting in Figure 3. The tools correspond to level 1; objective measurement of impacts and level 2 and 3 those assessing efficient designs.

The apparent disconnection between processes and energy certification tools and LCA necessitates a design process including initial embodied impacts and not merely a post-built audit.

Agregación de criterios	ACV para edificios	Modelo específico para estructuras de edificación	Específicos edificación
Herramienta ejemplo →	SIMAPRO 7, Gabi 4	MIVES (ICES)	LEED (VERDE)
Etapas evaluadas	materiales y procesos (fabricación)	Construcción	(Eficiencia energética) Operación
Sistema de indicadores	medición directa impactos	posesión de etiquetas, certificados y gestión en obra	medición de superficies del edificio + posesión etiquetas
Normalización de valores	no	función de valor (0-1)	valores no normalizados
Agregación de criterios	suma de impactos	valores discretos	valores discretos
Ponderación de criterios (subjetiva, según localización)	disponible bajo responsabilidad del proyectista	porcentajes (criterios socioeconómicos sin relevancia científica)	porcentajes
Solidez de ponderación	Validación requiere expertos	Fija, basado en expertos	according to Institute of Standards and Technology (NIST)
Interpretación de indicadores	unidades no ambiguas (impactos reales)	Valor numérico adimensional	Valor numérico adimensional

Fig. 3. Sistemática de la evaluación. Assessment system.

asignan más puntos si se realiza ACV conforme a norma. Sin embargo no hay un requisito de mínimos objetivos o máximos impactos.

Análisis de utilidad de herramientas

La Figura 4 muestra la utilidad del proyectista. Como vemos las herramientas de 3er nivel tienen mayor utilidad para la etapa de interés del ocupante.

La interpretación de resultados de evaluación entre los diversos sistemas no es trivial por diferencias en el contenido valorado y agregación de criterios. Si lo que se pretende es comparar impactos, la agregación de criterios debe ser sobre indicadores en unidades de impactos cuantitativos. Además la significancia de los intervalos de certificación al ser arbitraria no deja de ser un mero incentivo comercial de cara al comprador, pero no de ayuda al proyectista.

Usefulness analysis of environmental tools

Figure 3 shows the target public of the tools, according to the pursued goals and object of analysis. We can clearly identify that 3rd level tools, Total Quality Assessment of a building assist occupants rather than architects.

It is not trivial the interpretation of assessment results among the diverse systems due to heterogeneous assessed content and criteria weighting. When comparing impacts and aggregation of criteria.

Priority categories

The categories with higher relative importance not meaningfully differ from the rest. Harmonisation of criteria within EU is currently under development so that there is no significant influence on designs when using a tool

Fig. 4. Utilidad para el proyectista.
Usefulness for designer.

UTILIDAD PROYECTISTA	SIMAPRO 7	MIVES - ICES	LEED (VERDE)
A QUÉ se orienta la evaluación	Impactos y cargas de materiales y procesos iniciales	Proyecto de estructura y Ejecución	Eficiencia energética en Operación
A QUIÉN se orienta la evaluación	Evaluadores ambientales de edificios	Calculistas Dirección Facultativa	Ocupantes y propietarios (Valor comercial, mercado)
Cuantificación de impactos	Valores objetivos + interpretación	Impactos directos no son resultados (output). Análisis de sensibilidad necesario	Ausencia de valores numéricos como valoración de impactos

Categorías prioritarias

Las categorías que presentan mayor importancia relativa no difieren significativamente entre las herramientas. Actualmente se trabaja en la armonización de criterios, de forma que la influencia de usar un método u otro pueden influir en el diseño óptimo no sea significativa. Las emisiones son las más penalizadas de modo que los proyectistas se centran en reducir consumos que impliquen emisiones de CO2eq. Como ejemplo las categorías prioritarias se señalan en Figura 5 para LEED.

Fig. 5. Categorías Prioritarias en herramientas 3º nivel.
Priority Categories 3rd level tools.

Criterios más valorados	Prioridad	LEED
GWP (climate change)	1	27%
Water resources (operational)	2	10%
User comfort and health	3	12%
Non-renewal primary energy	4	9%

La evaluación particularizada de estructuras de edificación

En lo que respecta a las estructuras de edificación, por su elevado impacto ambiental inicial, la utilidad del modelo vigente en la instrucción española de hormigón estructural EHE-08 es comparado con la de otros sistemas; podemos decir que a diferencia de ACV y las listas de comprobación tipo LEED, su estructura jerarquizada ayuda en las decisiones de proyecto respecto a la fase constructiva puesto que particulariza la cuantificación de factores de impacto a la práctica constructiva habitual.

Consideraciones para en el desarrollo de herramientas

Proyectar analizando el ciclo de vida

Las consideraciones hacia un planteamiento de análisis del ciclo de vida requieren que un diseño proyectual

or another. Emissions are highly penalised, therefore has a high weight (27% over 100%) As an example Figure 5 shows some of the Priority categories for LEED system.

Building frames assessment

Building environmental assessment tools has widely focus on energy efficiency during lifetime; as well as building codes. Sharp focus is therefore needed for the quantification of impacts that assist architects consider environmental factors during design process (dematerialisation)(Ortiz-Rodriguez, Castells, and Sonnemann 2009). With regard to building structures a specific method for construction project actors emerged with the aim to introduce sustainable practices not only during operation but construction stage. Figure 2 shows classifies tools in three levels.

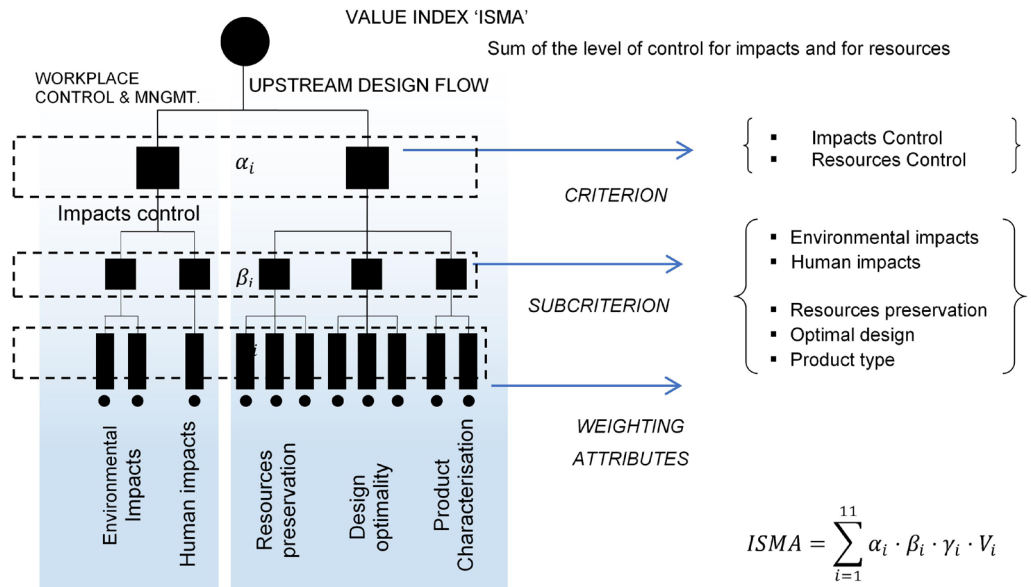
Development of decision assisting assessment tools

Life cycle assessment in project design

Considering LCA approach needs to get used to environmental factors during project design, seeking for project efficiency from cradle to gate, not only for operational stage. The use of close loop materials in the building frame is considered in LCA approach. It is necessary to boundary optimality criteria for concrete and steel, it is MIVES. from Pons and Aguado 2012 that step forward first. Still deficient, MIVES' evolution and improvement of the index provided depends on how we measure embodied impacts in a quantitative manner so that the designer can apply the tool.

Unlike MIVES building assessment tools do not explicitly value the use of Clinker substituents. These 3rd level tools will evolve as far as the assessment becomes not only focus on operational consumption but regulation considers

Fig. 6. Modelo Integrado de Valor para el cálculo de sostenibilidad de estructuras de hormigón, MIVES.
Integrated Value Model for Sustainability Assessment of concrete structures, MIVES.



$$ISMA = \sum_{i=1}^{11} \alpha_i \cdot \beta_i \cdot \gamma_i \cdot V_i$$

familiarizado con factores ambientales, abordar la eficiencia del proyecto de la cuna a la puerta (la obra) y no sólo en la eficiencia durante su uso. Se requiere evaluar desde el punto de vista del ciclo de vida de los materiales para delimitar criterios de optimización de hormigón y acero y el modelo integrado para estructuras sostenibles de EHE-08, MIVES, inicia esta tarea. A diferencia de MIVES, las herramientas de 3er nivel no valoran explícitamente el uso de materiales sustitutos del Clinker de cemento. La evolución y mejora de ambos niveles de evaluación (nivel 2; MIVES y nivel 3; LEED, etc.) depende del objetivo de tal evaluación (comercial o de ayuda a la decisión).

Inclusión de las declaraciones ambientales de productos

Las declaraciones ambientales de productos de la construcción (DAP) en la evaluación no prevén de un valor sostenible añadido al diseño, puesto que es condición específica del material. Podríamos decir que la posesión de tal etiqueta en sí no debe ser ponderada cuantitativamente si no es mediante las unidades de impacto a las que afecta. Es decir, 2 etiquetados con diferente repercusión ambiental pueden ser ponderados con un mismo coeficiente de valor, sesgando el resultado final de la jerarquía, e invalidando su representatividad.

Valorización de residuos y subproductos industriales

MIVES valora explícitamente que los materiales implicados en los sistemas constructivos procedan de la valorización de residuos industriales, como las cenizas volantes, o escorias de horno alto. Sin embargo algún indicador (Figura 7) parecen estar duplicados en la categoría de caracterización del cemento, al puntuar la sustitución de Clinker por adiciones y el uso de fuentes de energía renovables y al mismo tiempo el certificado conformidad de protocolo de Kioto que valora eso mismo.

CONCLUSIONES

El hecho de que una evaluación del ciclo de vida de un edificio sea puntuable por las herramientas de evaluación no garantiza la sostenibilidad del mismo. Por otra parte, este objetivo de reducir impactos en dos vertientes

embodied energy use restrictions.

Assessment by environmental product declarations

Environmental Product Declarations (EPD) are labelling awarding systems provided by specifiers. We venture to say that the inclusion of EPD in the assessment would not provide a value beyond other options in the market; current specifiers commit with environmental regulation according to market demand so it is not considered as a comparable sustainability indicator in the decision hierarchy.

Waste valorisation and new industrial by-products

Unlike generic assessment tools for buildings that use discreet values depending on DAPs and product certificates, MIVES set impact categories from the boundaries of EHE-08 itself, as in Figure 7 However still the method needs to better aggregate criteria in order to avoid several duplicate indicators such as considering Kyoto protocol as well as renewable sources in separate criteria.

Conclusions

Despite using a LCA within building environmental tools, one single final punctuation is not enough to show compliance with environmental concerns because it attains resource allocation and impacts at two different levels: the building embodied resources and the future consumed energy resources and impacts. While building sustainable tools are conceived as a guarantee of improved sustainable design, LCA approach and other tools measure impacts, objectively. The designer must not only deal with efficient designs but will need to be aware of how much influential is a constructive system on the environment.

Environmental tools have a major role in the design practice during the stages of the process of the project. For example, the weight of materials a building is no more a matter for structural dimensioning, but also a variable to minimise for environmental concerns. We must strive to refine and complete tools to assist satisfactory project decisions. The attainment of a certification label doesn't necessarily mean sustainable performance, but it is the current way to benchmark between options. Disparity between the values

Certificados del cemento	Puntuación	Contribución (reducción)	Reducción de impacto	Aplicado a
Adiciones menores o iguales al 20%	35%	Sustitución de Clinker	Cambio climático	intrínseco del producto
Adiciones superiores al 20%	50%			
Protocolo de Kyoto	20%	Reducir consumo diésel	Agotamiento combustibles fósiles	proceso planta de producción
Reducción emisiones CO2 combustible	15%			

Fig. 7. Valores mejor valorados en subcriterio de optimización de cementos en ICES.

Best valued indicators for use of structural cement.

(iniciales y operacionales) requiere que los indicadores sean objetivos ya que el proyectista deberá aportar su criterio y experiencia sobre las cuestiones cualitativas o intangibles. El proyectista debe no sólo lidiar con un diseño eficiente durante la etapa de uso sino también con la influencia en el entorno de la tipología elegida.

Se requiere cierta claridad en la cuantificación de impactos para ayudar a arquitectos en la consideración de factores ambientales en el diseño. A diferencia de MIVES, las herramientas de evaluación de edificios no evalúan explícitamente impactos previsibles en términos de eficiencia energética y emisiones. Por otra parte la presencia de temas ajenos al impacto ambiental desvirtúa la calificación y su interpretación. Así tenemos los impactos sociales y económicos que deben contemplarse en metodologías multicriterio para la toma de decisiones o métodos reduccionistas como análisis de coste-beneficio.

represented by these points is a fact.

When the objective is a simple evaluation, tools should clearly separate negative inputs –impacts- from sustainable and innovative techniques and systems. On the other hand, when the aim is to choose among several feasible alternatives the decision usually lies on economic and constructability issues, being the ones currently cared by the professional practice so far for market reasons. This is a twofold concern to overcome so integrating approaches that considers economic, constructive requisites becomes necessary.

REFERENCES / REFERENCIAS

1. Leadership for Energy and Environmental Design and adaptation for Spain (Verde tool). Green Building Council.

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. Aguado, Antonio. 2012. "Metodología Genérica Para La Evaluación de La Sostenibilidad de Sistemas Constructivos. El Método MIVES." In "Sostenibilidad Y Construcción," edited by Antonio Aguado de Cea, 385–411. ACHE (Asociación Científico-Técnica del Hormigón; Spanish Concrete Association), Madrid, Spain.
2. Huedo, P., and B. López-Mesa. 2013. "Revisión de Herramientas de Asistencia En La Selección de Soluciones Constructivas Sostenibles de Edificación." *Informes de La Construcción* 65 (529): 77–88.
3. Ng, S. Thomas, Yuan Chen, and James M.W. Wong. 2013. "Variability of Building Environmental Assessment Tools on Evaluating Carbon Emissions." *Environmental Impact Assessment Review* 38 (January): 131–41.
4. Ortiz-Rodriguez, Oscar, Francesc Castells, and Guido Sonnemann. 2009. "Sustainability in the Construction Industry: A Review of Recent Developments Based on LCA." *Construction and Building Materials* 23 (1): 28–39.
5. Pons, Oriol, and Antonio Aguado. 2012. "Integrated Value Model for Sustainable Assessment Applied to Technologies Used to Build Schools in Catalonia, Spain." *Building and Environment* 53 (July). Elsevier Ltd: 49–58.
6. Wallhagen, Marita, Mauritz Glaumann, Ola Eriksson, and Ulla Westerberg. 2013. "Framework for Detailed Comparison of Building Environmental Assessment Tools." *Buildings* 3 (1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 39–60. doi:10.3390/buildings3010039.

Mejora de la eficiencia energética en las bombas de calor con apoyo solar

Improvement of energy efficiency in solar assisted heat pump

Amancio Moreno-Rodríguez¹

ABSTRACT

Due to the scarcity of energy resources thermal systems are sought which get the most out in exchange for a lower consumption. Improving efficiency and using new sources of energy are the aim of much of the current research. The growing interest in renewable energies and the proper enforcement of legislation is bringing about the appearance in the market of machines that try to take advantage of new technologies to harness solar radiation, wind and other energy sources that until now were not used.

Heat pumps are thermal machines that transport heat from the outside atmosphere to the place to be heated, but they do not typically utilize solar radiation. The purpose of this study is to analyze the improvements in efficiency associated with the use of solar collectors as energy harvesting system from outside. To achieve this aim, the work combines mechanical compression technology with thermal solar collection.

With the obtained results, we will be able to form conclusions which will help us to know the operating parameters based on external environmental variables, and its heavy reliance; for this reason the study of a specific location is essential if their behavior is to be known over a year, with the limitations of temperature, radiation and other atmospheric phenomena, such as snow, which determine the sizing and operating conditions: the power, the consumption and the efficiency.

The coefficient of performance (COP) is the ratio between the transferred thermal power and the power that the machine must absorb, with this power, of the compressor, being susceptible to improvement. This consumed power is less, mainly, the smaller the difference between the condensation and the evaporation temperatures, between the outer and inner environments, respectively.

The evaporator temperature is the characteristic that makes the difference between the machine in question and the conventional heat pumps. The equipment described uses solar collectors-evaporators that absorb solar radiation, a feature which will mark the development of the study. The outer environment conditions, such as temperature, radiation, humidity and wind, will be the ones that facilitate in a greater or lesser extent the energy exchange with the evaporator. When the collector-evaporators absorb solar radiation, the evaporation temperature can even exceed the outdoor temperature. This is because, with radiation, the temperature of the collector surface can be higher than the surrounding environment. If the evaporation temperature is higher, the difference between the condensation and evaporation temperatures is lower, and the compressor power will also be lower, consequently increasing the COP.

The main experimental results that have been obtained and presented here are:

At noon, the COP may increase by 25% in heating applications, or 50% in DHW applications (according to test conditions).

Key words: colector solar, bomba de calor, agua caliente, eficiencia | solar collector, heat pump, water heater, efficiency.

(1) Dept. of Thermal Engineering and Fluid Mechanics. University Carlos III of Madrid. E: amancio.moreno@uc3m.es

Introducción

Satisfacer las necesidades que requiere la calidad de vida conlleva un consumo energético que pueda alterar el medio en el que vivimos. Hemos de reducir este consumo y, en todo caso, aprovechar la energía que llamamos renovable.

El sector relacionado con el consumo energético en la industria y los edificios supone un 40% de la energía total de la UE. Está originado por el alumbrado y por todos los distintos equipos de consumo (Libro Verde de la UE, 2005). Acorde con estas estadísticas, y para actualizar la política energética, se crearon iniciativas que, en cuanto al sector de edificios, dieron directrices en dos líneas: la mejora de la eficiencia y la sustitución de los equipos menos eficientes. Así, la directiva 2010/31/UE (2010), con el Plan de Acción UE de la Eficiencia Energética y el paquete legislativo comunitario de Energía y Cambio Climático, coinciden en destacar el papel de la eficiencia energética, estimándose en el horizonte de 2020 un potencial de ahorro energético del 27% en el conjunto de edificios del sector residencial de la UE.

La Fig. 1 representa un histórico de la demanda final en la UE (Furfari Samuel, 2010).

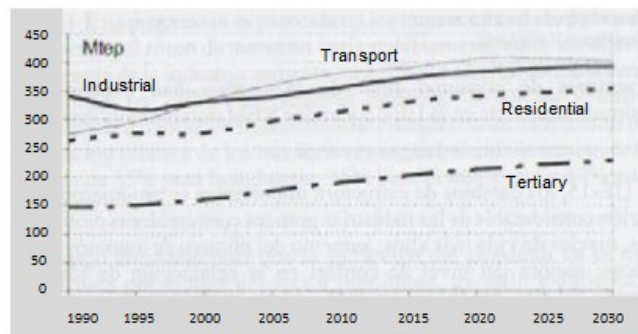
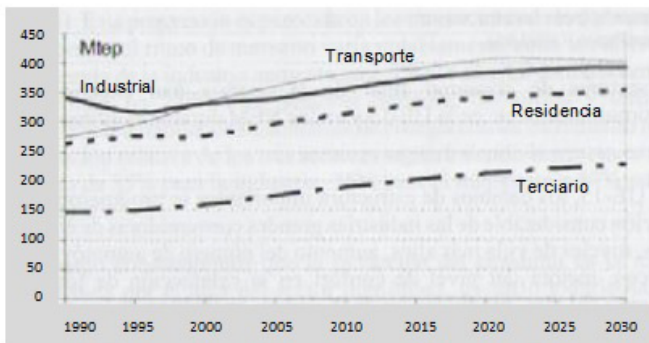


Fig. 1. Demanda final por sector en la UE-25 (datos de la Comisión Europea).

Final demand by sector in the EU-25 (data from the European Commission).

En España, el sector residencial representa el 17% del consumo de energía. Y la calefacción y el agua caliente sanitaria (ACS) de las viviendas consumen el 65% de estos recursos (proyecto Spahousec, 2011). A la vista de estos datos, el estudio propone un equipo térmico que, en esta línea, reducirá el consumo de energía.

Descripción del sistema

La máquina ensayada, denominada DXSAHP (bomba de calor de expansión directa con asistencia solar), es una bomba de calor convencional en la que se sustituye el evaporador, hasta ahora constituido por un intercambiador de tubo aleteado, por un campo de colectores donde se evapora el refrigerante después de haber sido expansionado (ver fig. 2). La transferencia de calor en el colector-evaporador se produce por convección natural, convección forzada provocada por el viento y radiación, siendo ésta última su característica más importante. Para evaluar la potencia que absorbe el evaporador (Q_{out}) se ha realizado un análisis de procesamiento de imágenes termográficas a temperatura de evaporación (T_{ev}) variable, y se ha obtenido la superficie en la que se produce el cambio de fase, superficie en la que, principalmente, se absorbe la energía del exterior. En el caso del colector de la Fig 2b, con $T_{ev} = -3.5$ °C, el análisis permite concluir que el cambio de estado se produce en el 60% de la superficie.

El equipo funciona de acuerdo a un ciclo de refrigeración de compresión mecánica simple y está compuesto por tres

Introduction

Meeting the needs that are required for the quality of life involves an energy consumption that can alter the environment where we live. We must reduce this consumption and, whenever possible, take advantage of the so-called renewable energy.

The sector related to consumption in industry and buildings accounts for 40% of total EU energy. It is caused by the lighting and all the other consumer equipment (EU Green Paper, 2005).

In accordance with these statistics, and to update energy policy initiatives of buildings, guidelines were created along two lines: the improvement of the efficiency and the replacement of less efficient equipment.

In this way, the Directive 2010/31 / EU (2010), with the EU Action Plan for Energy Efficiency and the Community legislative package of energy and climate change, agree in emphasizing the role of energy efficiency, estimating in 2020 potential energy savings of 27% in the group of buildings in the residential sector of the EU.

Fig. 1 shows the history in final demand in EU (Furfari

Samuel, 2010).

In Spain, the residential sector represents 17% of energy consumption, and the heating and the DHW of housing consume 65% of these resources (Spahousec project, 2011). In view of these data, the study proposes a thermal equipment that in this line, will reduce the energy consumption.

System description

The test machine, denominated as DXSAHP (direct-expansion solar assisted heat pump) replaces the conventional evaporator built in a finned tube exchanger using a collectors array where the refrigerant evaporates after expansion (see fig. 2). This collector-evaporator absorbs the heat transferred by convection (natural and forced) and solar radiation, with this last characteristic being the most important. To assess the heat absorbed by the evaporator (Q_{out}), an analysis of thermographic images at different evaporation temperature (T_{ev}) is performed, and the surface on which the phase change occurs is obtained. Mainly in this surface outside energy is absorbed. In the case of the collector shown in Fig. 2b with $T_{ev} = -3.5$ °C, the analysis concludes that the state change occurs over 60% of the surface.

The equipment works according to a simple mechanical compression refrigeration cycle and is composed of three subsystems. The No. 1 subsystem is the thermal collection system, which consists of bare flat-plate solar collectors-

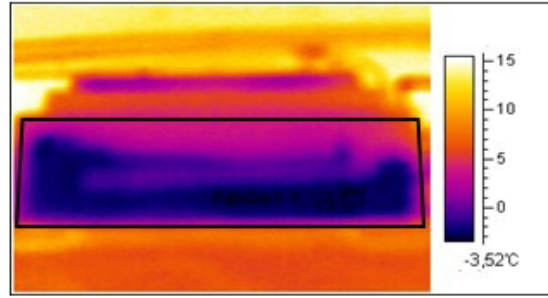


Fig. 2. (a) Campo de colectores solares y (b) imagen termográfica del colector a $T_{ev} = -3.5^\circ\text{C}$.

(a) Solar collector array and (b) thermographic image at $T_{ev} = -3.5^\circ\text{C}$.

con un compresor y el dispositivo de expansión es una válvula de expansión termostática. El segundo circuito, opcional, transporta el calor desde el condensador hasta las unidades interiores, fan-coil o depósito acumulador de Agua Caliente Sanitaria (ACS) con la ayuda auxiliar de una bomba de agua (este circuito, por simplificar, no se ha representado en la fig. 3).

Por último, el subsistema n.º 3 es de consumo, bien para climatización calentando el aire de retorno del local, o bien para ACS calentando el agua de un depósito o acumulador.

water tank (depósito), with the aid of an auxiliary pump (for purposes of simplification, this circuit is not represented in fig. 3).

Finally, the No. 3 is the consumption subsystem, for heating the returned air of the air conditioning, or for heating the DHW of a reservoir or storage tank.

Features of this configuration are:

- The system can absorb thermal energy by absorption of solar radiation.

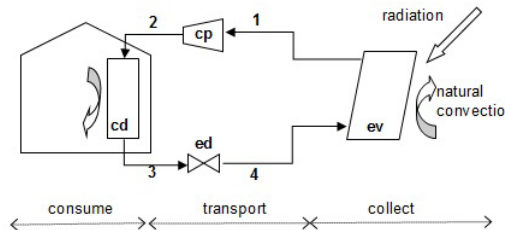
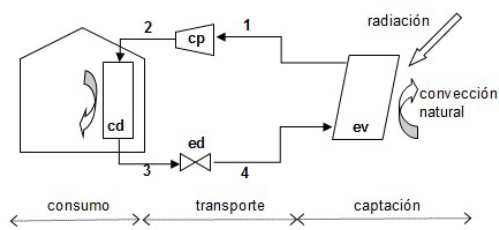


Fig. 3. Esquema básico de una bomba de calor de expansión directa con asistencia solar.

DXSAHP: basic schematic of the system operation.

Características de esta configuración son:

- Pueden absorber energía térmica por absorción de la radiación solar.
- Cuando absorben radiación solar, la temperatura de evaporación puede, incluso, superar a la temperatura ambiente. Esto es debido a que, con radiación, la temperatura de la superficie del colector puede ser superior a la del ambiente que le rodea.
- No tienen ventiladores en la unidad exterior, por lo que el consumo de los elementos auxiliares es menor. Como esta unidad exterior no tiene elementos móviles, no requiere mantenimiento mecánico.
- No realizan desescarches. Aunque la transmisión de calor es menor cuando el colector tiene una capa de hielo sobre su superficie, el intercambio de calor con el exterior sigue existiendo.

- When collectors absorb solar radiation, the evaporation temperature can even exceed the ambient temperature. This is because, with radiation, the temperature of the collector surface can be higher than the surrounding environment.
- There are not fans in the outdoor unit, so that the consumption of auxiliary elements is less. As the outdoor unit has no moving parts, it requires no mechanical maintenance.
- Does not perform defrosts. Although heat transfer is lower when the collector has a layer of ice on its surface, heat exchange with the outside remains.

As for the disadvantages that this configuration can have:

- Requires outside surface to install collectors.
- When it snows a layer of ice forms on the collectors, which can remain on the surface until the collector temperature exceeds 0°C .
- Aesthetics, although improved, are debatable.

En cuanto a los inconvenientes que puede tener esta configuración:

- Requieren superficie en el exterior para instalar los colectores.
- Cuando nieva se forma una capa de hielo sobre los colectores, que puede permanecer sobre la superficie hasta que la temperatura del colector supere 0°C .
- La estética, aunque mejorable, es discutible.

Experimental analysis and results

Fig. 4 shows the outdoor dry bulb temperature (T_{out}) and the solar radiation (R_g) of two trials of characteristic days of Madrid climate. The first one, a day in March with the machine applied to heating and, the second one, a day in May with the machine applied to DHW.

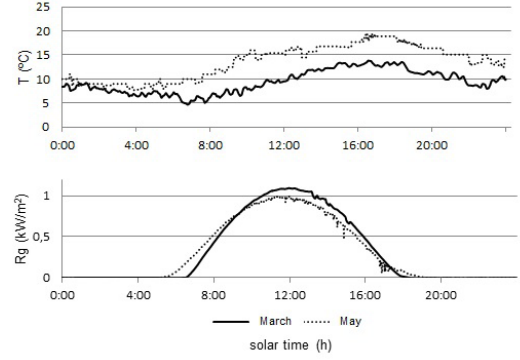
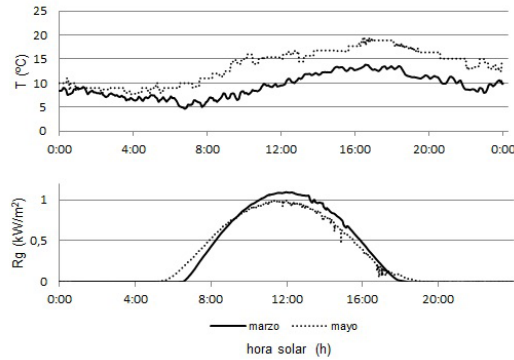
Análisis experimental y resultados

En la Fig. 4 se ha representado la temperatura exterior de bulbo seco (T_{out}) y la radiación solar (R_g) de dos ensayos en días característicos del clima de Madrid. El primero, un día de marzo con la máquina aplicada a calefacción y, el segundo, un día de mayo con la máquina aplicada a ACS.

Fig. 5a shows the operations temperatures: evaporation (T_{ev}) and condensation (T_{cd}), and Fig. 5b the working parameters: the condenser exchange power (Q_{cd}), the electric power absorbed by the equipment (W_{el-aux} , pump included) and the energetic efficiency (COP_{aux}) of the machine in heating applications (Moreno-Rodríguez

Fig. 4. (a) Temperatura exterior de bulbo seco y (b) radiación solar de días característicos.

(a) Outside dry bulb temperature and (b) solar radiation on typical days.



La Fig. 5a muestra las temperaturas de operación: evaporación (T_{ev}) y condensación (T_{cd}), y la Fig. 5b los parámetros de funcionamiento: la potencia intercambiada por el condensador (Q_{cd}), la potencia eléctrica absorbida por el equipo (W_{el-aux} , incluida la bomba) y la eficiencia energética (COP_{aux}), de la máquina aplicada a calefacción (Moreno-Rodríguez Amancio, 2013) en un día con temperatura exterior de bulbo seco alrededor de 10 °C, cielo despejado y velocidad del viento baja. Los puntos seleccionados para realizar el estudio comparativo corresponden a las siguientes horas: 3:00 y 11:55.

Se puede comprobar que, cuando la radiación solar no incide sobre los colectores, la temperatura de condensación se mantiene alrededor de 40 °C. En otro caso, cuando los colectores absorben calor por radiación solar, la temperatura de condensación sufre un aumento proporcional a la radiación absorbida. La temperatura de evaporación tiene un comportamiento similar, sin radiación solar (3:00) la máquina evapora a -10 °C, unos 17 °C menos que temperatura exterior; y con máxima radiación (11:55) T_{ev} = 17 °C, unos 8 °C más alta que T_{out} . Como se puede observar, cuando la radiación solar incide sobre los colectores, los incrementos de temperatura de condensación y de evaporación son proporcionales. También son proporcionales los leves incrementos negativos cuando la temperatura exterior cae algunos grados, por ejemplo, a las 7:00.

Las potencias intercambiadas por la máquina (ver fig. 5b) tienen un comportamiento similar a las temperaturas de operación. Cuando la radiación incide, la potencia térmica que cede el condensador aumenta de 2 kW a 4.7 kW, y la potencia absorbida por el compresor aumenta de 1 kW a 1.8 kW. Se puede observar que su variación depende principalmente de la radiación absorbida. El COP_{aux} sin radiación solar es 2, con radiación solar puede alcanzar 2.5, un 25% más alto.

Amancio, 2013) in a day with outdoor dry bulb temperature around 10 °C, sky clear and low wind speed. The points selected for the comparative study are located at 3:00 and 11:55.

It can be seen that when there is no solar radiation, the condensation temperature is maintained at approximately 40 °C. In another case, when the collectors absorb radiation, the condensing temperature increases proportionally to the absorbed solar radiation.

The evaporation temperature has a similar behavior. Without solar radiation (3:00), the machine evaporates at -10 °C, 17 °C below the outside temperature. With radiation (11:55), T_{ev} = 17 °C, the machine evaporates approximately 8 °C higher than T_{out} .

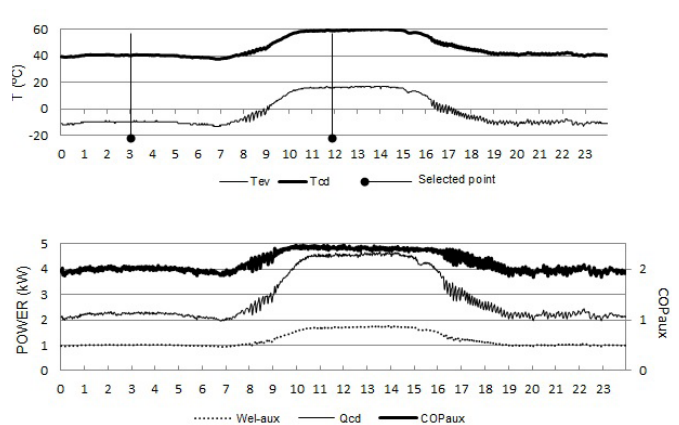
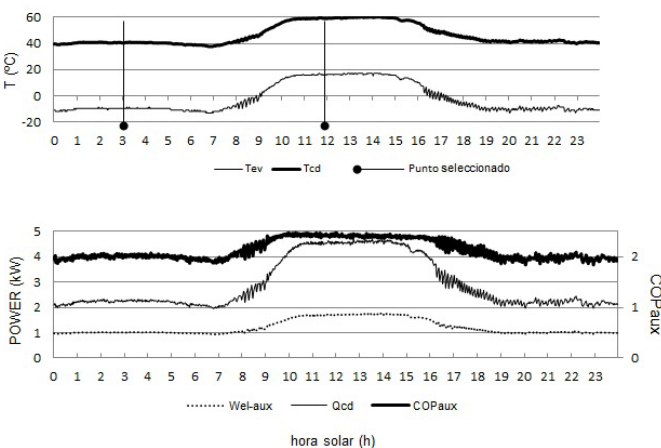
The solar radiation produced increases the temperature of condensation and evaporation. Additionally, these temperatures decrease when the outside temperature drops a few degrees, at 7:00, for example.

The power exchanged by the machine (see fig. 5b) behaves similarly to the operating temperatures. With solar radiation, the thermal power produced by the condenser increases from 2 kW to 4.7 kW, and the power absorbed by the compressor increases from 1 kW to 1.8 kW. It can be observed that the variation depends mainly on the absorbed radiation. COP_{aux} without solar radiation is 2. With solar radiation it can reach 2.5, 25% higher.

The next test is performed with the machine applied to ACS (Moreno-Rodríguez Amancio, 2012). The selected work point in Fig. 6a is marked at 10:55. At this time the tank temperature (T_{acum}) is 51 °C, the outside temperature is 15 °C, the radiation is high (see fig. 4) and the wind speed is not significant. On this day the evaporation temperature reaches 19 °C. T_{ev} exceeds in 4 °C T_{out} . The operating parameters (see fig. 6b) are Q_{cd} = 4.9 kW, W_{el-aux} = 1.8 kW and COP_{aux} reaching a value of 2.7 due to the increase of incidental solar radiation. The same day, during the last

Fig. 5. (a) Temperaturas de operación y (b) potencias intercambiadas (escala derecha: COP) de un día característico de marzo.

(a) Operations temperatures and (b) operations parameters (right scale: COP) of a typical day in March.



El siguiente ensayo se hace con la máquina aplicada a ACS (Moreno-Rodríguez Amancio, 2012). El punto de trabajo seleccionado en la Fig. 6a está marcado a las 10:55. A esta hora la temperatura del depósito acumulador (Tacum) es 51 °C, la exterior es 15 °C, la radiación es máxima (ver fig. 4) y la velocidad del viento no es significativa. En este día la temperatura de evaporación alcanza 19 °C, superando a Tout en 4 °C. Los parámetros de funcionamiento son Qcd= 4.9 kW y Wel-aux= 1.8 kW, alcanzando el COPaux un valor de 2.7 debido al aumento de la radiación solar incidente (ver fig. 6b). El mismo día, durante el último periodo de operación nocturno, con valores similares de Tout, Vw y Tacum, el COPaux decrece hasta 1.8. Por ello se puede decir que la radiación solar puede llegar a incrementar la eficiencia del equipo hasta un 50%.

Después de la hora seleccionada, el condensador alcanza el límite de seguridad fijado en el presostato de alta presión, 18 bar. Es, por tanto, la condición límite de funcionamiento del equipo.

period of operation, night, with similar values of Tout, Vw and Tacum, COPaux decreases to 1.8. Therefore it can be seen that solar radiation can lead to increased equipment efficiency of up to 50%.

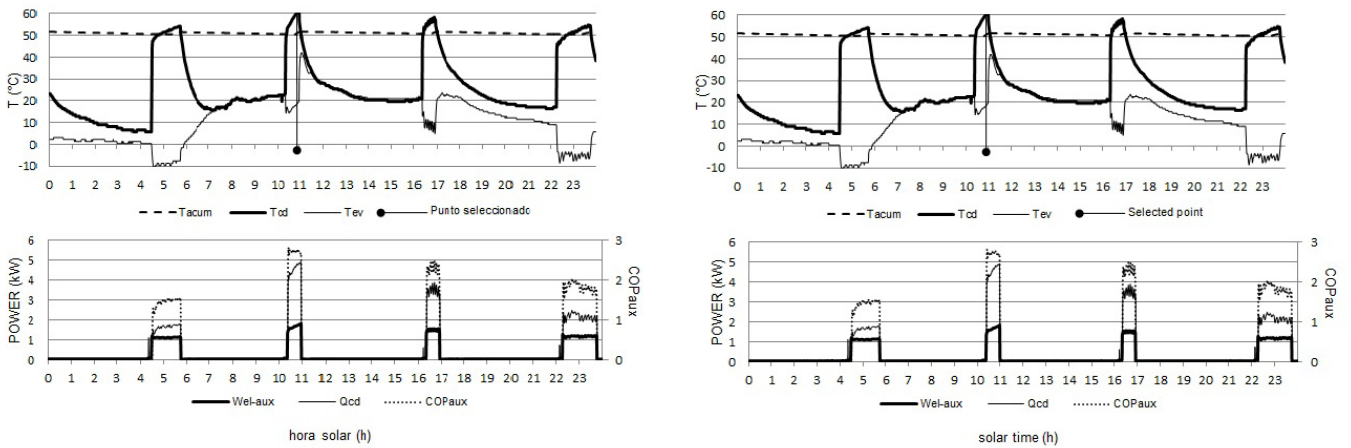
After the hour point the condenser reaches the safety limit set at high pressure switch 18 bar. It is therefore the limiting condition for operation.

Finally, Fig. 7 shows experimental efficiencies obtained for different evaporation temperatures, which is the same, with different levels of heat absorbed by the collector-evaporator. Fig. 7a shows energy efficiency for heating applications and Fig. 7b shows for DHW applications.

Conclusions

The main conclusions from an experimental point of view are the following:

Fig. 6. (a) Temperaturas de operación y (b) potencias intercambiadas (escala derecha: COP) de un día característico de mayo. (a) Operations temperatures and (b) operations parameters (right scale: COP) of a typical day in May.



Finalmente, en la Fig. 7 se exponen las eficiencias experimentales que se han obtenido para diferentes temperaturas de evaporación, o lo que es lo mismo, con diferentes niveles de calor absorbido por el colector-evaporador. En la Fig. 7a se muestra la eficiencia para aplicaciones de calefacción, y en la Fig. 7b para aplicaciones de ACS.

The system depends strongly on outdoor conditions, especially when the solar radiation falls on the collectors. The operating parameters respond instantly to the solar radiation, and the power of the condenser increases as well as the power absorbed by the compressor. At noon, the COP may increase up to 25% in heating applications, reaching 2.8 with evaporation temperature of 17 °C, 8 °C higher

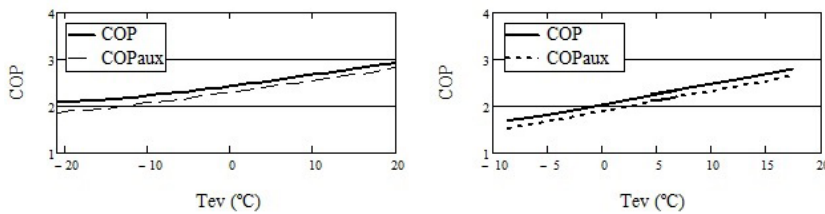


Fig. 7. (a) COP para aplicaciones de calefacción y (b) COP para aplicaciones de ACS. (a) COP for heating applications and (b) COP for DHW applications.

Conclusiones

Las principales conclusiones desde el punto de vista experimental son las siguientes:

El sistema tiene una fuerte dependencia de las condiciones exteriores, especialmente cuando la radiación solar incide sobre los captadores. Los parámetros de funcionamiento responden instantáneamente a la radiación solar, aumentan tanto la potencia del condensador como la potencia absorbida por el compresor. A mediodía, el COP (sin incluir los componentes auxiliares del equipo) puede aumentar

than outdoor temperature; and in DHW applications, COP (not including auxiliary components) can achieve 2.9, with evaporation temperature of 19 °C, 4 °C higher than outdoor temperature. The COP improves 50%.

Additional conclusions not included in this work, but included in the bibliography are:

In heating applications, for exceptional conditions, with collectors covered with snow, the condensing temperature reaches 32 °C and the COP is 1.9. Under these conditions, it is possible that thermal demand cannot be covered, and the machine would need a backup electric resistance to

un 25% en aplicaciones de calefacción, alcanzando 2.8 con temperatura de evaporación de 17 °C, unos 8 °C más que la temperatura exterior; y para aplicaciones de ACS, el COP alcanza 2.9, con temperatura de evaporación de 19 °C, 4 °C mayor que la temperatura exterior, pudiendo aumentar un 50% al recibir la radiación solar.

Otras conclusiones adicionales no incluidas en este trabajo pero sí en la bibliografía son:

En aplicaciones de calefacción, para condiciones ambiente excepcionales, con los colectores cubiertos de nieve, la temperatura de condensación alcanza 32 °C y el COP es 1.9. En estas condiciones es posible que no se pueda asegurar la temperatura de confort en la estancia, y es necesario un apoyo externo. Si las condiciones exteriores superaran el valor máximo de calor que pueden absorber los colectores, el sistema para y arranca en intervalos cortos de tiempo, debido a que se sobrepasa la presión máxima de trabajo en la línea de alta presión.

En aplicaciones de ACS, para condiciones exteriores que aportan un mínimo calor a los colectores, con temperaturas de evaporación de -8 °C, el COP obtenido es 1.7. Si las condiciones exteriores exceden el máximo calor que los colectores pueden absorber, el sistema para y arranca en cortos intervalos de tiempo, porque la presión de condensación excede la presión máxima de trabajo. Por esta razón, otra importante conclusión es que el tanque debe estar dimensionado para poder almacenar energía durante las noches de verano, y poder satisfacer, así, la demanda durante las horas diurnas. El equipo ensayado es capaz de satisfacer la demanda durante todo el año en la zona climática donde se ha ubicado la máquina.

ensure a comfortable indoor temperature. If the thermal load exceeds the possibilities of the collector, the machine stops and starts in a very short period of time because the condenser pressure reaches the limit calibrated in the high pressure line.

In DHW applications, when the external conditions provide minimum heating to the collector array, with an evaporation temperature of 8 °C, the COP obtained is 1.7. If conditions exceed the maximum value of the absorbed heat, the system stops and starts at short time intervals because the condensing pressure exceeds the maximum working pressure. For this reason, another important conclusion is that the tank must be sized so it can store energy during the night in the hot season to be able to satisfy the demand during the daytime hours. The tested equipment is able to cover the DHW demand throughout the year in the climatic zone where it is located.

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. Green Paper on energy efficiency. Brussels. COM 265. Commission of the European Communities; 2005
2. Furfari Samuel. El Mundo y la Energía. Desafíos geopolíticos. Eixo Atlántico do Noroeste Peninsular; 2010.
3. Spahausec proyect. Análisis del consumo energético del sector residencial en España. IDAE; 2011.
4. Moreno-Rodríguez A, González-Gil A, Izquierdo M, García-Hernando N. Theoretical model and experimental validation of a direct-expansion solar assisted heat pump for domestic hot water applications. *Energy* 45; 2012: 704-15.
5. Moreno-Rodríguez A, García-Hernando N, González-Gil A, Izquierdo M. Experimental validation of a theoretical model for a direct-expansion solar-assisted heat pump applied to heating. *Energy* 60; 2013: 242-253.

Ensayo y análisis de los resultados de una instalación híbrida caldera de condensación-colectores solares para calefacción y producción de ACS

Testing and analysis of the results of a condensing boiler and solar collectors hybrid installation for heating and DHW

Ana Picallo Pérez¹, José M^a Sala Lizarraga¹, Estíbaliz Pérez Iribarren¹, Iker González Pino¹, Jesús las Heras Casas²

RESUMEN

A lo largo de estos años el Área de Térmica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación (LCCE) del Gobierno Vasco ha desarrollado su actividad en torno a la caracterización del comportamiento térmico e higroscópico de materiales y elementos de construcción. Sin embargo, para analizar el comportamiento energético del edificio en su conjunto, es necesario abarcar también sus instalaciones energéticas.

Con esta finalidad se ha puesto en marcha una instalación experimental versátil que contempla la integración de equipos convencionales y de micro-generación con instalaciones de energía renovable. Mediante ensayos experimentales se podrán determinar los criterios de dimensionamiento y la manera en la que se deben integrar esos equipos para lograr la máxima eficiencia energética y, por consiguiente, el menor consumo de energía. Además, la instalación se utilizará para ensayar las tecnologías energéticas que se van a ir incorporando a los edificios en los próximos años, con el fin de obtener una información que pueda ser utilizada por los diferentes agentes del sector de la edificación.

La instalación puede funcionar de un modo denominado semi-virtual, correspondiendo la parte real a los equipos de generación, distribución y acumulación. La parte virtual, por su parte, representa al edificio a analizar, que se define mediante un software de simulación energética de edificios, con sus características geométricas, materiales, nivel de ocupación, zona climática, unidades terminales, etc. La plataforma semi-virtual se basa en un flujo bidireccional de intercambio de información en tiempo real entre la instalación física y el edificio simulado, de tal forma que, suministrados al edificio los valores de temperatura y caudal de entrada al circuito de calefacción en cada instante, la simulación calcula, según las características y necesidades de calor del edificio, la temperatura de salida del circuito de calefacción, que se reproducirá mediante un equipo de disipación de calor existente a tal efecto en la planta.

En el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos de un ensayo para una vivienda que dispone de una instalación térmica para el abastecimiento de ACS y calefacción, consistente en una caldera de condensación y sistema de generación auxiliar de colectores solares.

Se ha realizado un análisis energético y exergético de la planta, habiéndose obtenido el rendimiento energético y exergético de cada equipo, el consumo de energía primaria, así como los costes de calefacción y ACS producidas, utilizando para ello las técnicas basadas en la termo-economía. Se busca así, la integración de unos equipos con otros y la definición de las estrategias de funcionamiento más adecuadas, tanto desde el punto de vista económico, como energético o medioambiental.

Key words: Eficiencia, experimental, termoeconomía, optimización, instalaciones.

(1) Grupo de Investigación ENEDI, Departamento de Máquinas y Motores Térmicos, Universidad del País Vasco (UPV/EHU) (2) Grupo de Investigación GI-TENECO, Departamento de Ingeniería Mecánica, Área de Máquinas y Motores Térmicos, Universidad de La Rioja E: picalloana@gmail.com

Introducción

La Directiva 2010/31/EU de Eficiencia Energética de los Edificios establece ya como objetivos que, a partir del 2020, todos los nuevos edificios deben ser de consumo de energía casi nulo (ECCN). Establece además la obligatoriedad a todos los Estados Miembros (EM) de que elaboren Planes Nacionales destinados a aumentar el número de edificios ECCN y que formulen políticas para la transformación de edificios que se reforman en edificios ECCN⁽¹⁾.

Aunque intencionadamente en la Directiva la definición de ECCN queda muy abierta, con el objeto de que cada EM refleje sus condiciones nacionales, locales o regionales, está claro que para conseguir ese ambicioso objetivo va a ser necesaria la integración de diversos aspectos relacionados con la energética edificatoria. Por una parte, un buen diseño arquitectónico, de una alta calidad constructiva y el empleo de fachadas y cubiertas inteligentes, que utilicen fuentes y sumideros medioambientales. Además, se necesitarán sistemas energéticos eficientes, esto es, instalaciones y equipos de un alto rendimiento estacional, que incorporen sistemas híbridos, con integración de las renovables y soluciones integrales de domótica, seguramente con la incorporación del control predictivo⁽²⁾.

En este contexto, el Área Térmica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación (LCCE) del Gobierno Vasco⁽³⁾ nació hace ya una decena de años, con el objetivo de contribuir a una mejora de la calidad energética de los edificios mediante la realización de ensayos de caracterización de materiales y elementos de construcción, la asesoría técnica a los agentes del sector, apoyo a las instituciones en la elaboración de normativa, fomento y divulgación de la calidad en manuales y bases de datos, etc.

Inicialmente las actividades del Área Térmica se centraron en el análisis del comportamiento térmico de la envolvente. Para ello, el LCCE se ha ido dotando de los medios técnicos adecuados, como conductivímetros de flujo de calor y de placa caliente, un equipo DSC para la medida de calores específicos de materiales, dos equipos de caja caliente guardada para medida de transmitancia térmica de cerramientos opacos y semitransparentes, equipos de gases trazadores para la medida de caudales de ventilación, equipo de termografía, etc. Se ha incorporado al equipamiento también dos celdas Paslink, para ensayos de caracterización térmica de elementos de construcción especiales, como fachadas ventiladas, muros trombe, cubiertas ajardinadas, etc., tanto verticales como cubiertas, en condiciones climáticas exteriores.

El Departamento de Vivienda del Gobierno Vasco, a propuesta del LCCE, ha decidido dar un paso adelante en ese objetivo de lograr una mejora de la eficiencia energética de los edificios y una progresiva introducción de las energías renovables. En este sentido, ha considerado oportuno montar una instalación experimental, que sirva para ensayar las tecnologías energéticas que se van a ir incorporando a los edificios en estos próximos años, con el fin de obtener una información que pueda ser utilizada por los diferentes agentes del sector de la edificación.

Mediante esta instalación experimental se podrá analizar el funcionamiento de diferentes equipos y tecnologías, así como ensayar diferentes estrategias de operación que permitan minimizar los consumos de combustible y de emisiones de CO₂.

Tras una descripción de la planta en su estado actual y de los objetivos que se pretende conseguir con la misma, a continuación se presentarán los resultados de

Introduction

The main objectives set by the 2010/31/EU Buildings Energy Performance, is that from 2020 onwards, all new buildings must be Net Zero Energy Consumption Building (NZECB). Developments of national plans are also needed. The State Members of Europe need to increase the number of NZEC buildings and they need to develop new policies to reform old buildings into NZEC buildings⁽¹⁾.

The definition of a NZECB given by the Directive is intentionally very general, in order to give the option to each State Member to reflect its own national, regional and local conditions. However, the integration of new development plans in Building Energy Area is necessary to achieve this ambitious goal.

On one side, it is important to get into the architectural design and also to work out on new construction solutions through the use of intelligent facades and roofs. All of this needs to be achieved using the maximum environmental sources.

On the other side, efficient energy systems are needed: high efficiency equipment is required, according to the incorporation of hybrid systems and renewable solutions. Furthermore, integrated predictive control is needed⁽²⁾.

Within this context, ten years ago, the Thermal Area of the Basque Government Building Quality Control Laboratory (LCCE)⁽³⁾ was born. The principle objective of this Thermal Area is to make contributions in the improvements of building energy quality. For this purpose, material and building components characterization tests are done, technical advice is given, institutions are supported for the development of the legislation, databases and manuals are created...

At the beginning the Thermal Area was focused on the analysis of the thermal behaviour of the building envelope. For that, the LCCE provides adequate technical means, such as heat flow conductivimeters, hot plates, DSC equipment for measuring specific heats of materials, guarded hot boxes for the measurement of opaque and semitransparent fencing, equipment for measuring traced gases and ventilation flow, and so on. Two Paslink cells have been also incorporated, with the objective of characterizing in real conditions thermal behaviour of special building elements such as ventilated facades, green roofs, etc. .

As an LCCE proposal, The Housing Department of the Basque Government has decided to take a step forward in the goal of improving the energy efficiency of buildings and to start making a gradual introduction of renewable energies in building area. For this purpose, a pilot experimental plant has been set up. Thanks to this plant, new energy technologies can be tested and incorporated into the buildings, in order to obtain useful information that could be used by different stakeholders of the building area.

Through this pilot plant, the operation of various equipment and technologies can be analyzed and different operating strategies can be tested. In this way, the fuel consumption and CO₂ emissions can be reduced.

First of all, the plant will be described: an explanation of its current state and the objectives this plant can achieve will be given. After that, the results of a testing installation are going to be presented: a condensing boiler -solar collectors hybrid installation for heating and DHW will be tested and analyzed.

After the analysis of the data obtained, an energy study of

un ensayo de producción de ACS mediante un motor de microgeneración, caldera de condensación y un depósito de acumulación de agua caliente.

Tras un análisis de los datos obtenidos, se realiza el estudio energético de la planta, de acuerdo con las condiciones del ensayo realizado. A continuación, se efectúa el análisis exergético, poniendo de manifiesto el interés de realizar este tipo de análisis, dada la interesante información adicional que proporciona. Por último, se realiza un balance de costes con el fin de valorar el coste por unidad de energía del ACS producida, bien con la caldera, o bien a través del motor de cogeneración.

Descripción de la planta experimental

Se trata de una instalación de carácter flexible que contempla diferentes tipos de equipos de generación, unos basados en combustibles fósiles y otros en energías renovables. Inicialmente la instalación cuenta con una serie de equipos que luego describiremos, a los que progresivamente se les irán integrando otros.

Se dispone pues de un banco de ensayos, dotado de un sistema de simulación de carga de térmica y eléctrica, con sistemas de control, visualización y registro automatizado de las diferentes variables. Mediante este banco de pruebas se va a poder caracterizar equipos tales como:

- Motores MCIA, motores Stirling, microturbinas, pilas de combustible, etc.
- Distintos sistemas de almacenamiento térmico y eléctrico.
- Colectores solares, paneles fotovoltaicos, minigeneradores eólicos, etc.

Equipos actuales

Los equipos con que cuenta actualmente la instalación experimental del LCCE se agrupan en cinco módulos principales: módulo de generación de alta temperatura, módulo de generación de baja temperatura, de almacenamiento térmico, de producción de agua caliente sanitaria y módulo de consumo de energía.

Para la generación de alta temperatura se dispone de un motor de combustión interna, un motor Stirling (unidades de microgeneración) y de una caldera de condensación.

Una de las unidades de microgeneración es el modelo Dachs SE de Senertec. Se trata de un motor de combustión interna de gas natural, con recuperación del calor del circuito de refrigeración de las camisas y de los gases, un depósito de almacenamiento intermedio de 750 litros y un condensador para recuperar el calor latente de los gases de combustión. El motor acciona un alternador asíncrono refrigerado por agua y un completo equipo de regulación electrónica que aseguran el perfecto funcionamiento del equipo capaz de producir 5,5 kW eléctricos y 12,5 kW térmicos.

La otra unidad de microgeneración disponible es el equipo mural a gas natural Evita 28c desarrollado por Remeha. Combina un motor Stirling monocilíndrico de pistón libre de 1 kWe con una caldera de condensación. El motor, mediante la refrigeración de su foco frío y la recuperación de los gases de escape, proporciona al circuito de agua para calefacción y ACS una potencia térmica de entre 3,7 y 5 kW térmicos, dependiendo de las temperaturas de trabajo y el nivel de modulación. Si fuera necesaria la aportación adicional de

the plant is done and subsequently an exergy analysis is presented. This last analysis is to highlight the interest of exergy parameter, as it provides additional information to the energy balance. Finally, costs balance is offered in order to assess the cost per unit of energy produced due to DHW, heating, boiler, either through solar collectors.

Description of the experimental plant

The plant is based on a flexible experimental plant which provides different types of generation equipment, some based on fossil fuels and others on renewable energies. At this time, the installation has some equipment that will be later described.

Therefore, a test bench is available in the plant, together with a control system that simulates thermal and electrical loads and which automatically records different variables. By means of this test bench, different equipment can be characterized, such as:

- Internal Combustion engines, Stirling engines, microturbines, fuel cells and so on.
- Thermal and electrical storage systems.
- Solar collectors, photovoltaic panels, wind power units...

Current Equipment

The equipment actually available in this experimental installation is grouped into five main modules: the module of high temperature generation, the module of low temperature generation, thermal storage module, domestic hot water module and heating simulation module.

The module based on high generation temperature consists on an internal combustion engine, a Stirling engine and a condensing boiler.

One of those micro-cogeneration units is the Senertec Dachs SE model. It is a gas natural internal combustion engine, with heat recovery in the cooling systems and on gases. It also contains a 750 liters storage tank and a condenser that recovers the latent heat coming from the combustion gases. The equipment is capable to produce 5.5 kW of electricity and 12.5 kW of heat power.

Another micro-cogeneration unit available in the installation is a natural gas Stirling engine: Evita 28c developed by Remeha. This engine combines a single-cylinder piston that generates 1 kW of electricity together with a condensing boiler. The motor, thanks to the recovery of exhausted gases and the cooling it has inside, provides between 3.7 kW and 5 kW of thermal power, depending on the operating temperatures and the modulation. If additional heat input is required, this can be achieved by the circulating water that passes through the heat exchanger of the auxiliary boiler. According to this operation 20 kW of additional heat power can be achieved. All the management of this engine is performed by an electronic controller that monitors the opening of the two valves which regulate the fuel input to the system.

There is also a BaxiRoca boiler 24 BIOS / 28F model. This condensing boiler can work at high and low temperatures. When high temperature mode is working, 24 kW of heating power and 28 kW of DHW can be obtained. However, in the case of working on low temperature mode, the output obtained is of 26 kW of heating power. In high temperature mode, supply and return temperatures are about 75 °C and 60 °C respectively, and in low temperature mode, supply

calor, ésta se consigue mediante la circulación del agua a través del intercambiador de calor de la caldera auxiliar, pudiendo alcanzarse una potencia adicional de hasta 20 kW. Toda la gestión del equipo se realiza mediante un controlador electrónico que gobierna el grado de apertura de las 2 válvulas que regulan el aporte de combustible al sistema.

Se dispone de una caldera mural de la marca comercial BaxiRoca, en su modelo BIOS 24/28F. Se trata de una caldera de condensación, que puede trabajar tanto a alta como a baja temperatura. Trabajando a alta temperatura, con temperaturas de impulsión y retorno de 75 y 60°C respectivamente, se obtiene una potencia de 24 kW en calefacción y 28 kW en A.C.S. En el caso de baja temperatura, siendo las temperaturas de impulsión y retorno de 50 y 30°C respectivamente, la potencia obtenida en calefacción es de 26kW. El rendimiento nominal del equipo es del 97% cuando se trabaja en alta temperatura y del 107% trabajando en baja.

El modelo de bomba de calor adquirido es el Txay de Sedical. Se trata de un sistema polivalente con condensación por aire y ventiladores helicoidales. La potencia térmica del equipo es de 17,9 kW, siendo la temperatura de salida del mismo de 45°C y el COP es 2,95.

El módulo de almacenamiento térmico (TES) se compone de dos depósitos de inercia con capacidad para 1000 litros cada uno, en los que se acumula agua caliente. Posteriormente se incorporará un sistema de almacenamiento que utilice materiales de cambio de fase. A su vez, el módulo de producción de agua caliente sanitaria lo compone otro depósito de 1000 litros.

El módulo de disipación de calor está constituido por una unidad fancoil Yardi HP con batería 5R 250 y sistema de 2 tubos, con una potencia térmica nominal máxima de 24,9 kW con agua entrante a 50°C y hasta 42,8 kW cuando el agua entrante alcanza los 70°C. En la Figura 1 se presenta un esquema de principio de la planta experimental.

and return temperatures achieve the values of 50 °C and 30 °C on DHW. The efficiency of the boiler is 97% when it works on high temperature and 107% when it works on low temperature.

The heat pump acquired is the L Txay model of Sedical. It is a multipurpose system with air condensation and axial fans. The thermal power this engine provides is of 17.9 kW, with 45 °C exit temperature and a COP of 2.95.

The thermal storage module consists on two inertia tanks. Both of them have the capability to accumulate 1000 liter of warm water. A phase change material storage system is going to be also incorporated. The domestic hot water module is composed by another tank which has also 1000 liter of capability.

The heat dissipation module is a fan coil battery 5R Yardi HP 250 and 2-pipe system. The maximum rated output when incoming water enters at 50 °C is 24.9 kW, and when incoming waters reaches 70 °C, the maximum output can reach to 42.8 kW.

Figure 1 shows a schematic diagram of the experimental plant available in LCCE.

Operating mode

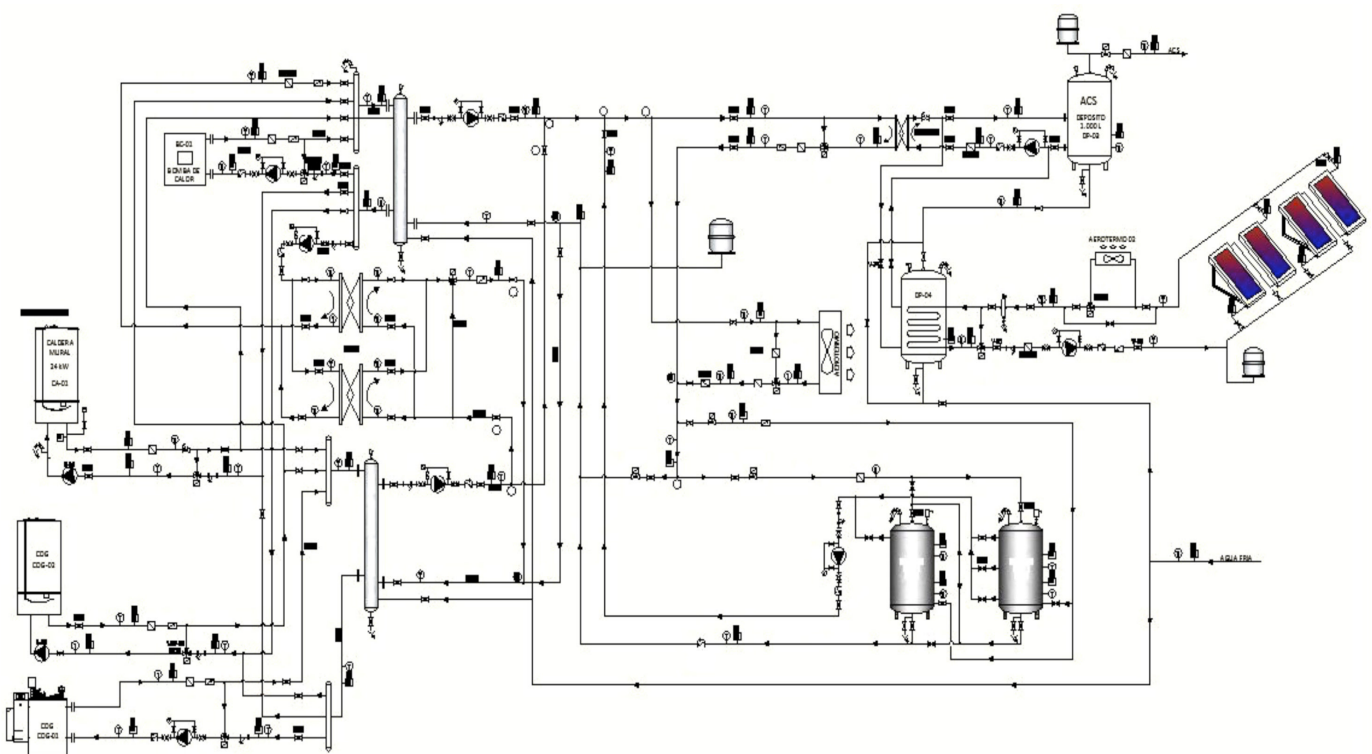
By means of sequential tests operation strategies are defined. Due to these testing processes, priorities of each modules and working conditions are established, not only internally but between modules as well.

One of the key aspects of the installation is to simulate the thermal demands the generation equipment must provide. There are two different ways of doing this: using demand curves or through the semi-virtual platform.

In the first mode, the demand curve needs to be discretized and programmed thereafter. There are two types of demand curves: heating demand and DHW demand. Energy dissipation in the fan coil simulates the heating demand, and an instantaneous water flow rate simulates the DHW demand.

Fig. 1. Esquema de principio de la planta experimental.

Schematic diagram of the experimental plant in LCCE.



Modo de funcionamiento

En los ensayos secuenciales se definen estrategias de operación del conjunto de la instalación, estableciendo prioridades y condiciones de trabajo de cada módulo, tanto internamente como en la relación que existe entre unos y otros.

Uno de los aspectos clave de la instalación es simular las demandas térmicas que los equipos de generación han de satisfacer, a través de la filosofía de operación programada. Existen dos modos diferentes de actuación: mediante curvas de demanda y mediante la plataforma semi-virtual.

En el primero de los modos, se programa en cada caso una curva de demanda discretizada, habiendo dos tipos de demanda: calefacción, simulada por la energía térmica disipada por un aerotermo, y ACS, simulada por un caudal instantáneo de la red de agua fría.

Para emular la demanda de calefacción, se le aporta al aerotermo agua caliente a través de su circuito hidráulico y mediante el accionamiento del ventilador y su modulación, se disipa el calor fijado previamente en la curva de demanda introducida. La curva de demanda está basada en valores de potencia térmica discretos, que se comparan en todo momento con los datos de energía obtenidos con los sensores de temperatura y caudal asociados al equipo.

La demanda de ACS está definida por un circuito abierto de agua fría y ACS que entra y sale respectivamente del depósito. Al igual que sucede con el aerotermo, se programa una curva de demanda de ACS que el sistema debe reproducir. Esta curva se discretiza, y se introducen los valores del caudal de ACS demandados. Se controla el caudal real de salida del depósito mediante un caudalímetro, cuya precisión es vital para poder seguir la curva de demanda.

Por otro lado, se ha dotado a la instalación de un modo de funcionamiento sofisticado que permite combinar en tiempo real la evaluación experimental, es decir, los datos obtenidos de los ensayos, con la simulación del edificio, ejecutada en un software de simulación dinámica⁽⁴⁾. Es por ello que le denominamos plataforma semi-virtual.

En la Figura 2 se presenta el esquema de la plataforma propuesta. En dicho esquema se distinguen los procesos

For the emulation of the heating demand, proportional hot water flow is sent across the hydraulic circuit of the heater. By the modulation and operation of the fan, the heat which has been previously defined in the demand curve is dissipated. The demand curve is based on thermal power discrete values, which are compared all the time with the energy data obtained from the temperature sensors and flow sensors associated with the equipment.

DHW demand is defined by an open circuit which includes both cold water and DHW flow that enters and goes out from the tank. As in the case of the heating demand, a DHW demand curve has to be programmed and simulated by the system. This curve is discretized and coincides with the flow that goes out respectively from the tank. The real outflow is controlled by a flowmeter with a high accuracy, needed to follow the programmed demand curve.

Besides, a sophisticated operation mode has been installed which combines real-time experimental evaluation and data obtained from a simulation study. Simulation is done in a dynamic software⁽⁴⁾. This is the reason we say the installation is a semi-virtual platform.

Figure 2 shows the scheme of the semi-virtual platform. In this scheme the experimental processes (*equipments inside the LCCE*) are separated from the simulated processes (*TRNSYS simulation*). All working lines of the Thermal Area of LCCE can be integrated thanks to this platform. In this way useful information can be obtained, such as the information of the real behaviour of the equipment, or the analysis of the building under consideration.

The semi-virtual platform is based on a bidirectional flow of information: simultaneously, information coming from the physical installation is exchanged with the information obtained from the simulated building. The value of the inlet temperature and the inlet flow rate that goes into the heater of the test plant are acquired. These two values correspond to the thermal output generated by the equipment (real dissipation).

These signals are picked up by the energy simulation software. This software includes the model of the building, with all the systems, the number of occupants, the weather conditions, and so on. Through the simulation, the demand of the building is calculated and consequently, the return

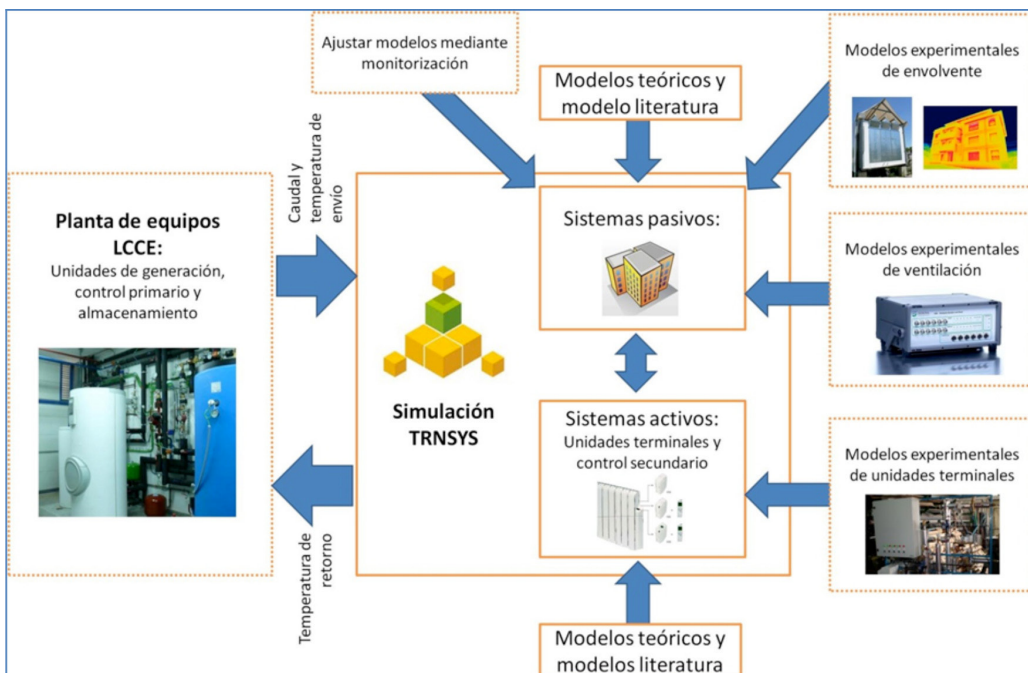


Fig. 2. Esquema de la plataforma semi-virtual. Scheme of semi-virtual platform..

experimentales (*planta de equipos LCCE*) de los simulados (*simulación TRNSYS*). Mediante esta plataforma se pueden integrar todas las líneas de trabajo del Área Térmica del LCCE, de forma que se va a poder obtener información sobre el comportamiento real del equipo o elemento a analizar en el edificio considerado.

La plataforma semi-virtual se basa en un flujo bidireccional de intercambio de información, en tiempo real, entre la instalación física y el edificio simulado. La planta de ensayos proporciona un caudal y temperatura de entrada al disipador de calor, que corresponden a la producción térmica del equipo de generación (real). Estas señales son recogidas por el software de simulación energética. Este software incluye el modelo del edificio, con todos sus sistemas y en función de la ocupación, de las condiciones climatológicas, etc., calcula la demanda y finalmente una temperatura de retorno. Este valor servirá para accionar la válvula de tres vías del sistema de disipación de calor (aerotermino) de manera que regulará (aumentará o disminuirá la disipación de calor) hasta que esa temperatura de retorno sea la que fija el software de simulación.

Todo lo que se refiere a la envolvente del edificio (sistemas pasivos) está incluido en el Type56b de TRNSYS, así como los ficheros meteorológicos del lugar. Así mismo, TRNSYS incluye los sistemas activos, entre los que están las unidades terminales (radiadores, convectores, suelo radiante, etc.) y el control secundario (válvulas termostáticas, sensores de activación, etc.)

El Type56b ofrece una gran confianza en estas simulaciones, pues está respaldado por el BestTest, que consiste en el empleo de modelos teóricos de los diversos componentes. También, es posible mejorar estos modelos aprovechando la experiencia experimental del Área Térmica.

Sistema de control y adquisición de datos

La instalación consta de más de 120 señales para controlar y monitorizar las variables deseadas, y para, de este modo, poder obtener información precisa, así como para garantizar su correcto funcionamiento.

De este modo, se han instalado 46 sondas de temperatura de alta precisión Pt 100 clase 1/10, 40 en tubería y 6 en depósitos, 11 caudalímetros electromagnéticos Siemens SITRANS F M (sensores MAG 3100 y 5100 W y transmisores MAG 6000), con incertidumbre inferior al 0,1%, 2 presostatos (uno en el circuito general y otro en el solar), así como sensores de temperatura ambiente, humedad y presión en el interior y de temperatura y humedad en el exterior; contadores de gas tanto para la caldera como para los equipos de micro-cogeneración y contadores de electricidad para contabilizar la generación de la cogeneración y el consumo de la bomba de calor.

Todo el control de la instalación se gestiona mediante un autómatas programable Siemens IM 151-8 PN/DP CPU para ET200S y un módulo de expansión, además de las correspondientes tarjetas de entrada y salida para las señales, conectado vía Ethernet a un PC en el que se dispone de la interfaz a través de la cual se opera y donde se recogen los datos.

Servicios que se pueden ofertar con la planta experimental

Mediante esta instalación experimental y con la plataforma semi-virtual que hemos creado, los servicios que puede ofrecer el Área Térmica en la evaluación energética de los edificios son muy diversos. A continuación se presenta una

temperatura the heater should have. This temperature value will be sent to the real plant and the three-way valve would react to match with this output value. The three-way valve would modulate in such way that the heat dissipated by the real system (heater) coincides with the demand simulated in the software (virtual). This is done regulating the return temperature.

Everything related with the building envelope (the passive systems) is incorporated into the Type56b and the weather files are also included on TRNSYS. Models of active systems are also inside TRNSYS, as well as the terminal unit models (radiators, convectors...) and the secondary control (thermostatic valves, sensors...).

The Type56b is supported by BestTest, which is used to make mathematical models. All these models can be improved thanks to the experience of the Thermal Area.

System control and data acquirement

The sensors provide more than 120 signals for the control and monitorization of the desired variables, and thereby, it is possible to obtain accurate information and to ensure a proper operation of the plant.

Hence, 46 temperature sensors have been installed. Those sensors have very high precision Pt 100 1/10 model. 40 of them are installed on the distribution system and 6 on the deposits. Electromagnetic flowmeters have been installed too: the model chosen is 11 Siemens SITRANS FM, with an uncertainty less than 0.1%. There are two pressure switches (one of them placed on the general circuit and the other one placed on the solar circuit), there are sensors to control the environmental humidity and pressure, and sensors to control the temperature and humidity inside and outside the plant; gas meters for both the boiler and micro-cogeneration equipments and electricity meters to record the amount of electricity produced by cogeneration and consumed by the heat pump.

The control is managed by a PLC Siemens IM 151-8 PN / DP CPU for ET200S together with an expansion module. This is connected via Ethernet to a PC. The PC provides the interface where operation is done and where the data are collected.

Services that can be offered

With this experimental and semi-virtual platform, different type of services related to the energetic evaluation of buildings can be provided. The Thermal Area can offer many possibilities to many different receivers that are listed below:

- Generation system manufacturers can be provided with accurate information about their engines: they can know how their systems behave in a real building. In this way, they can get the average seasonal performance of their engine situated in a certain building. Guidelines can be also developed.
- Terminal unit manufacturers (radiator, convectors manufactures...) can be provided with information about how their terminal units operate in real building conditions. For that, the terminal unit has to be modelled before. Then the model can be incorporated into TRNSYS.
- Material manufacturers (insulation...), construction solutions builders, (both façade and roof), window manufacturers... can receive very detailed information about the effect their products have in any building at

relación de estas posibilidades:

- A fabricantes de sistemas de generación se les puede proporcionar una información precisa de cómo funcionará su equipo en un edificio real, con gran confianza de resultados. En este sentido podemos obtener el rendimiento medio estacional del equipo en un determinado edificio y podemos elaborar guías de utilización de esos equipos.
- A fabricantes de unidades terminales (radiadores, convectores, etc.) se les puede suministrar información sobre cómo funcionarán sus unidades terminales en un edificio real. Para ello se puede, en primer lugar, elaborar un modelo de esa unidad terminal, utilizando una instalación de ensayos de acumuladores del LCCE y este modelo se incorporará posteriormente en TRNSYS.
- A fabricantes de materiales (aislantes, etc.), de soluciones constructivas, tanto de fachada como cubierta, fabricantes de ventanas, etc. se les puede suministrar una información muy detallada sobre el efecto de su producto en un edificio cualquiera y en cualquier ubicación.
- Así mismo, podemos utilizar la plataforma semi-virtual para analizar las medidas de rehabilitación, tanto de sistemas activos como pasivos y valorar de forma muy detallada los ahorros energéticos que pueden conseguirse, pudiendo elaborarse guías de rehabilitación, proporcionando así información de gran valor para promotores.
- Se pueden optimizar los programas de control (primario y secundario) para edificios de distinta naturaleza. Esto comprende: temperatura de consigna, temperatura de generación, parámetros de unidades terminales, etc.
- Se puede proporcionar información sobre las implicaciones energéticas de la ventilación en edificios reales.
- Se pueden desarrollar rutinas de control predictivo para reducir costes, especialmente considerando los sistemas TABs.
- Se pueden realizar estudios de viabilidad de diferentes tecnologías con gran precisión, reduciendo los riesgos de inversión.
- Dado que TRNSYS cumple las condiciones de LIDER y CALENER, se pueden ofrecer servicios de certificación para soluciones y equipos no convencionales y novedosos, mediante métodos alternativos.
- Para un determinado edificio de viviendas podemos definir la instalación de generación que minimice los costes totales a lo largo de su vida útil. Para ello se definirá en cada caso el dimensionamiento óptimo y el modo de funcionamiento óptimo. Naturalmente en cada caso habrá que elegir los equipos comerciales más próximos a la solución óptima.

En resumen, trabajando con esta plataforma podemos aumentar nuestra oferta de servicios e integrar nuestras aportaciones en el ámbito de la envolvente de los edificios conjuntamente con sus instalaciones.

Ejemplo de un ensayo

A modo de ejemplo se presentan los resultados de un ensayo correspondiente a una instalación de producción

any location.

- Furthermore, the semi-virtual platform can be used to discuss rehabilitation choices. Not only for making choices on active systems but also to analyse the energy savings that can be achieved. Rehabilitation guides can be developed, thereby, providing valuable information to promoters.
- Building control programs can be optimized. This includes controlling the temperature setpoints, generation temperature, terminal unit parameters, and so on.
- Information about the ventilation energetical implication can be given, supported with the experience in real building.
- Predictive control routines can be developed; cost can be reduced especially considering the TAB systems.
- Feasibility studies of different technologies can be performed. In this way, the investment risks can be reduced.
- Since TRNSYS fulfills the conditions that LIDER and CALENER have, certifications services can be provided as an alternative method, for those unconventional solutions or new equipment available in the market.
- A specific installation for a building can be defined, trying to minimize the total cost over its lifetime. The optimum design and optimum operating mode are chosen for this aim.

To sum up, thanks to this platform, the services which can be offered by Thermal Area have increased and the knowledge acquired due to the plant can be integrated on the area of building envelope.

Sample test of an installation

The results corresponding to a specific installation are shown in this communication. The installation produces heating and DHW demand, and consists of a condensing boiler, a 5 m² surface solar collector pair, a DHW tank and a heating dissipation system. The data collection is done every minute over the 24 hours of a day. The profile of the heating demand has been hourly discretized, and the DHW flow has been every 6 minutes discretized.

Both demands were obtained based on statistical data, following the document which appeared in the Annex model in the part of the Acceptance conditions of Alternative Computer Programs published by IDAE⁽⁵⁾.

Once the elements participating in the system have been chosen (boiler, collector, heating demand and DHW demand), a control strategy should be developed. This strategy must combine all these components and coordinate them.

To begin with the strategy, the all possible modes of operation during the test have to be defined. The possible combinations of components which can be simultaneously active need to be considered. The operating mode have been established as follows:

- If heating demand exists, the boiler is activated. If the demand is lower than the thermal power produced by the boiler, the excess is accumulated in the DHW tank.
- If DHW demand exists, and the tanks can cover that demand, the required heat is supported by them: the heat started crossing the solar tank and then through DHW tank.

de calefacción y ACS, consistente en una caldera de condensación, una pareja de colectores solares de superficie total 5 m², un depósito de ACS y un sistema de disipación de energía térmica. La toma de datos se hace minuto a minuto para las 24 horas del día. Los perfiles de demandas se han construido con valores de demanda de calefacción discretizados cada hora y caudales de demanda ACS discretizados cada 6 minutos.

Ambas demandas se han obtenido basándonos en datos estadísticos, siguiendo el modelo del anexo del Documento de condiciones de aceptación de Programas Informáticos Alternativos publicado por el IDAE⁽⁵⁾.

- If DHW tank temperature is below 62 °C, the boiler is activated.
- If enough radiation exists, the heat generated by the collectors is accumulated inside the solar tank.

Energy / exergy study

Thanks to the collected data and using the thermodynamic properties of water, fuel, exhausted gases and solar radiation⁽⁶⁾, corresponding energy balances have been done in each equipment.

Exporting data taken from the test some graphics are done. The energetic behaviour of both boiler and solar collectors

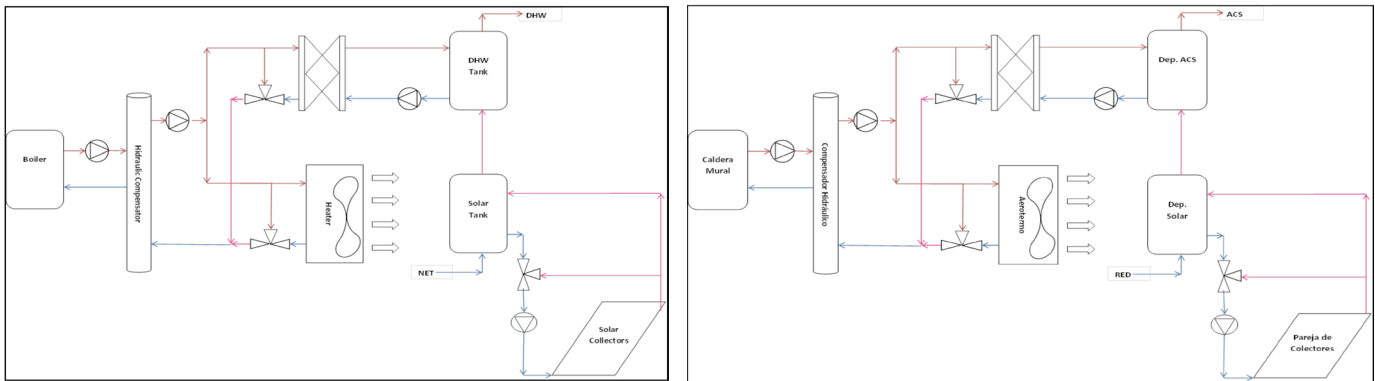


Fig. 3. Esquema de la instalación ensayada.
Scheme of tested installation.

Una vez escogidos los elementos que participarán en la instalación (caldera, colectores, demanda de calefacción y demanda de ACS), se debe desarrollar una estrategia de control que combine y coordine adecuadamente estos componentes.

Para empezar, se necesitan definir todos los posibles modos de funcionamiento que se podrían dar durante el ensayo, es decir, las posibles combinaciones de los componentes que puedan estar simultáneamente activos. El modo de funcionamiento que se ha establecido ha sido el siguiente:

- Si existe demanda de calefacción se activa la caldera. Si la demanda es inferior a la potencia térmica producida, el exceso de producción se acumula en el depósito del ACS.
- Si existe demanda de ACS, y los depósitos pueden cubrir ese caudal, el depósito ACS descarga el calor requerido tras pasar por el depósito solar.
- Si el depósito de ACS está en una temperatura inferior a 62°C, la caldera se activa.
- Si existe radiación, el calor generado en los colectores se acumula en el depósito solar.

Estudio energético / exergético

A partir de los datos recogidos del ensayo, utilizando los datos de propiedades termodinámicas para el agua, el combustible y los gases de escape y las propiedades de la radiación solar⁽⁶⁾, se han realizado los correspondientes balances de energía y exergía en cada uno de los equipos.

Exportando los datos obtenidos del ensayo, se pueden graficar el comportamiento de los equipos de generación, caldera y colectores, y el comportamiento del depósito solar y el de A.C.S. En la Figura 4 se presentan las potencias térmicas de producidas por la caldera y los colectores, el gas natural consumido por el primer equipo y la radiación solar del segundo, así como la carga y descarga térmica de los depósitos y el almacenamiento neto de los depósitos solar y ACS a lo largo de las 24 h de uno de los días del

are picked up on two different graphs. Solar tank and DHW tank behaviour are also drawn.

Figure 4 shows the thermal power produced by the boiler and collectors, the natural gas consumed by the boiler and the solar radiation incident on collectors; thermal charge and discharge of tanks and energetic storage on them. All of this is presented over the 24 hours of a day.

Thermal energy produced during the day by the boiler and produced by collectors, the consumption of natural gas in the boiler, the energy incident on the collector and the accumulated energy charged and discharged on solar and DHW tank are presented in Table 1. The thermal efficiency of each team and the plant overall efficiency also appeared in it.

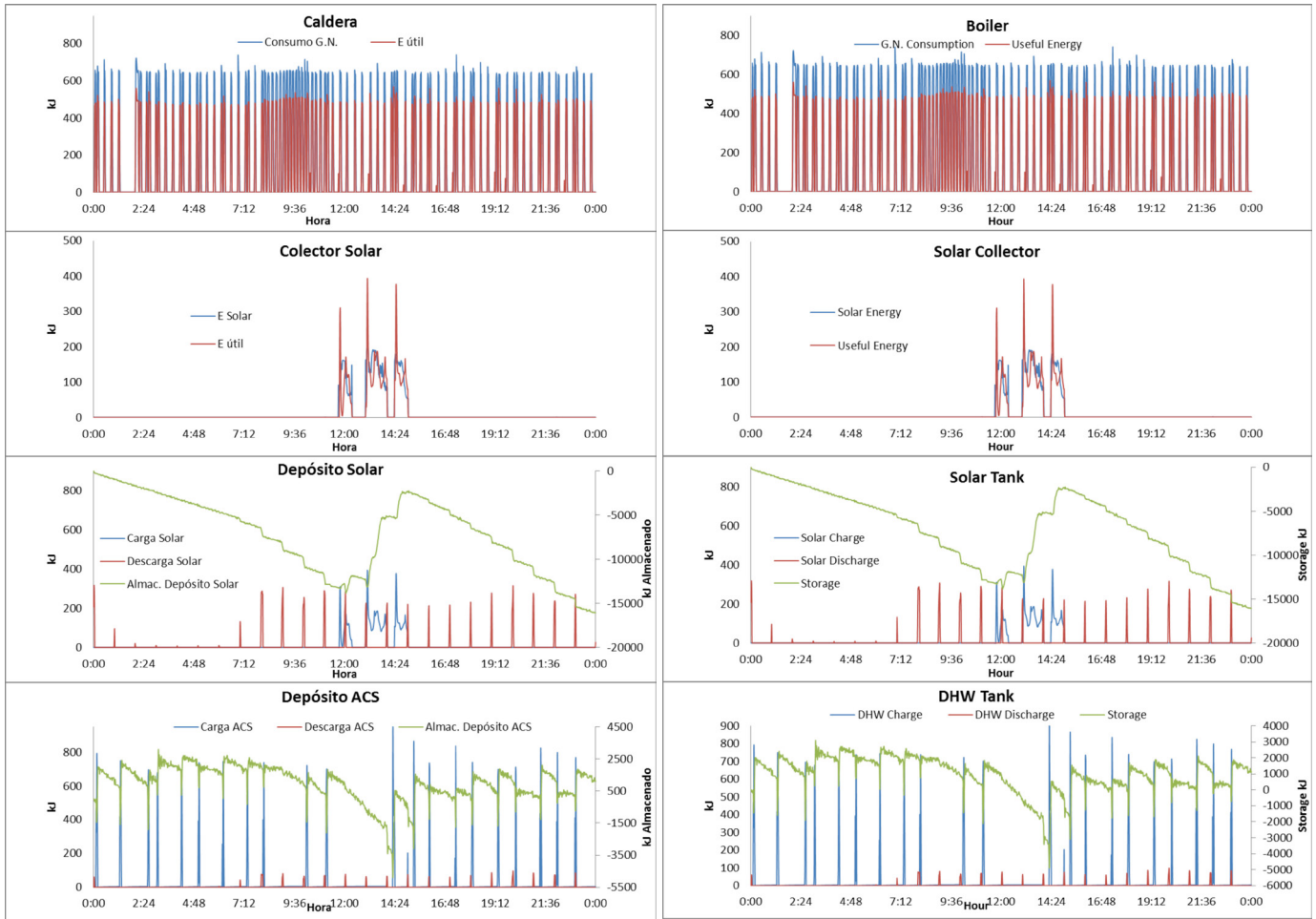
The exergetic study provides us with an information that complements the energy analysis. This analysis is also used to characterize more precisely the energy transformations over the system. This can be done because the first and second law of thermodynamics are taken into account by the exergy property, that is, exergy considers the quality and also the quantity of the power⁽⁷⁾.

An exergy balance has been done. Corresponding exergy performances are calculated for generation equipment and tanks. As can be easily shown, the lowest efficiency is connected to the boiler, therefore, the highest exergy destruction occurs inside the boiler. This is due to the irreversibilities which appear in the combustion process and heat transfer between gases and water.

Table 2 shows the values of the exergy consumed on natural gas, solar exergy, exergy heat produced by the boiler and collectors; charge, discharge and storage exergy over the tanks, and the corresponding values of exergy efficiency. This performance values is the index that truly measures the thermodynamic quality this equipment has⁽⁸⁾.

Economic analysis

The exergy parameter measures the real value of the mass exchange and energy exchange and also the



ensayo. La Figura 5 recoge la energía acumulada por el depósito.

En la Tabla 1 se presenta la energía térmica producida a lo largo del día por la caldera y la producida por los colectores, el consumo de gas natural en la caldera, la energía incidente en los colectores así como la energía acumulada, cargada y descargada en el depósito solar y en el de ACS. Se presentan también los rendimientos térmicos de cada equipo, así como el rendimiento global del conjunto de la planta.

El estudio exergético ofrece una información que complementa a la que se obtiene del análisis energético, ya que permite caracterizar de forma más precisa las transformaciones de la energía en la instalación. Esto es debido a que esta propiedad termodinámica tiene en cuenta el Primer y Segundo Principios de la Termodinámica, esto

irreversibilities associated to the equipment. Therefore, the economical value should be associated with this magnitude. Thermoeconomy science follows these statements⁽⁹⁾: Thermoeconomy is based on the idea that exergy is the only parameter which can be used to study the costs interactions between systems. Costs coming from inefficiencies have to be connected with exergetic parameter as well.

Using Thermoeconomics Propositions⁽¹⁰⁾ and making economic balances on each equipment, the cost of each flow can be calculated. In other words, the amount of resources which are used to produce each flow are calculated. The total economic costs appears on Table 3: Total cost considering fuel cost, investment costs and maintenance costs. The costs associated only to the fuel cost are shown in Table 4.

Fig. 4. Comportamiento Energético de los equipos de Generación y los depósitos. Energetic behaviour of components.

ENERGÍA	
CALDERA	
G.N. [kWh]	69,51
Prod. Térmica [kWh]	52,08
Rmto. [%]	74,92%
AEROTERMO	
Q disipada [kWh]	12,04
COLECTOR	
Q solar [kWh]	5,08
Q útil[kWh]	3,91
Rmto. [%]	0,77
PLANTA	
Q entrante [kWh]	187,68
Q saliente [kWh]	114,84
Rmto. [%]	61,19%
DEP. SOLAR	
Carga [kWh]	4,69
Descarga [kWh]	3,91
Almc. Inicial [kWh]	31,58
Almc. Final [kWh]	27,12
Rmto. [%]	85,53%
DEP. ACS	
Carga [kWh]	4,69
Descarga [kWh]	0,79
Almc. Inicial [kWh]	81,51
Almc. Final [kWh]	81,82
Rmto. [%]	95,83%

ENERGY	
BOILER	
N.G. [kWh]	69,51
Thermal Production [kWh]	52,08
Efficiency [%]	74,92%
HEATER	
Q dissipated [kWh]	12,04
SOLAR COLLECTOR	
Q solar [kWh]	5,08
Q usefull[kWh]	3,91
Efficiency [%]	0,77
INSTALLATION	
Q input [kWh]	187,68
Q output [kWh]	114,84
Overall Efficiency [%]	61,19%
SOLAR TANK	
Charge [kWh]	4,69
Discharge [kWh]	3,91
Initial storage [kWh]	31,58
Final storage [kWh]	27,12
Efficiency [%]	85,53%
DHW TANK	
Charge [kWh]	4,69
Discharge [kWh]	0,79
Initial storage [kWh]	81,51
Final storage [kWh]	81,82
Efficiency [%]	95,83%

Tabla 1. Valores energéticos de equipos que participan en la instalación.

Table 1. Energetic value of the equipment that takes part in the installation.

es, tiene en cuenta la calidad de la energía y no solo su cantidad⁽⁷⁾.

Efectuado el balance de exergía en cada equipo se han calculado los correspondientes rendimientos exergéticos, de los equipos de generación y depósitos. Como puede apreciarse, el menor rendimiento, por lo tanto, las mayores destrucciones de exergía tienen lugar en la caldera, debido a las irreversibilidades propias del proceso de combustión y a la transferencia de calor entre los gases y el agua.

En la Tabla 2 se presentan los valores de la exergía del gas natural consumido en la caldera, la exergía solar, la exergía térmica producidas por la caldera y los colectores, la carga, descarga y almacenamiento exergético de los depósitos, así como los correspondientes valores del rendimiento exergético, que es el índice que verdaderamente mide la calidad termodinámica de esos equipos⁽⁸⁾.

Conclusions

The Thermal Area inside the LCCE of the Basque Government has set up an experimental flexible installation. This installation enables the study of different types of energy technologies, the evaluation of the possible integration between them, as well as the study of renewable energy facilities. The information obtained from this facility will be transferred to the society. In this way, the possibilities of new energy technologies will be known and the critical points and criteria to be followed will be announced.

By the regulation system and control system, different heating demand profiles and DHW profiles can be tested. Those demands can be used to describe different types of buildings, or houses, which are calculated through the energy simulation software called TRNSYS. Working with

Tabla 2. Valores exergéticos de equipos que participan en la instalación.

Table 2. Exergetic value of the equipment that takes part in the installation.

EXERGIA	
CALDERA	
G.N. [kWh]	72,29
Prod. Térmica ON [kWh]	9,22
Rmto. (ON) [%]	12,75%
AEROTERMO	
Q disipada [kWh]	5,61
COLECTOR	
Q solar [kWh]	5,08
Q útil [kWh]	4,69
Rmto. [%]	92,42%
PLANTA	
Q entrante [kWh]	84,25
Q saliente [kWh]	12,56
Rmto. [%]	14,91%
Entrada a la Planta:	
Salida de la Planta:	
DEP. SOLAR	
Carga [kWh]	4,69
Descarga [kWh]	3,65
Almc. Inicial [kWh]	1,43
Almc. Final [kWh]	0,88
Rmto. [%]	74,05%
DEP. ACS	
Carga [kWh]	9,94
Descarga [kWh]	0,78
Almc. Inicial	5,45
Almc. Final	5,29
Rmto. [%]	39,47%

EXERGY	
BOILER	
N.G. [kWh]	72,29
Thermal Production [kWh]	9,22
Efficiency [%]	12,75%
HEATER	
Q dissipated [kWh]	5,61
SOLAR COLLECTOR	
Q solar [kWh]	5,08
Q useful [kWh]	4,69
Efficiency [%]	92,42%
INSTALLATION	
Q input [kWh]	84,25
Q output [kWh]	12,56
Overall Efficiency [%]	14,91%
Input:	
Output:	
SOLAR TANK	
Charge [kWh]	4,69
Discharge [kWh]	3,65
Initial storage [kWh]	1,43
Final storage [kWh]	0,88
Efficiency [%]	74,05%
DHW TANK	
Charge [kWh]	9,94
Discharge [kWh]	0,78
Initial storage [kWh]	5,45
Final storage [kWh]	5,29
Efficiency [%]	39,47%

Cálculo de costes

La exergía mide el valor termodinámico verdadero de los intercambios de masa y energía y de las irreversibilidades asociadas. Por ello, los costes inherentes deben asociarse a esa magnitud. Así nació la Termoeconomía⁽⁹⁾ que se basa en la idea de que la exergía es la única base racional para asignar costes a las interacciones de un sistema con otros y a las ineficiencias asociadas.

Haciendo los balances de costes en cada equipo y utilizando las Proposiciones de la Termoeconomía⁽¹⁰⁾, hemos calculado los costes económicos de cada flujo, es decir, la cantidad de recursos económicos empleados para producir dicho flujo. En la Tabla 3 y 4 se presentan los resultados obtenidos para el ACS y la calefacción, habiéndose separado los costes económicos totales (Tabla3) (combustible, costes de inversión y costes de mantenimiento), de los costes asociados exclusivamente al combustible (Tabla 4).

these profiles, the consumption that each equipment has, its performance, emissions, etc. can be calculated, thanks to the data provided by the system.

The definition of the most appropriate operating strategy can be also defined. In this way, not only an economical optimization can be done, but also an environmental and energetic optimization.

As an example, the result of a testing installation have been given. The installation have been prepared with the aim of covering the heating and DHW demand, and was consisted of a condensing boiler, solar collector pair and solar energy and DHW storage tanks.

To begin with the study, an energy analysis have been done using the obtained data. To continue, the method of energy analysis have been used, in order to obtain additional information on the behaviour of the installation, which can

Tabla 3. Coste Energéticos Unitarios [c€/kWh] de los equipos de la instalación.

Table 3. Unit energy cost.

Coste Energético Unitario TOTAL	
CALDERA	
G.N. [c€/kWh]	5,70
Prod. Térmica [c€/kWh]	8,05
AEROTERMO	
Q disipada [c€/kWh]	0,66
COLECTOR	
Q solar [c€/kWh]	18,51
Q útil [c€/kWh]	0,00
DEP. SOLAR	
Carga [c€/kWh]	20,03
Descarga [c€/kWh]	35,33
ΔAlmc. [c€/kWh]	35,33
DEP. ACS	
Carga [c€/kWh]	95,66
Descarga [c€/kWh]	102,42
ΔAlmc. [c€/kWh]	102,42

Unit Energy Cost (TOTAL)	
BOILER	
N.G. [c€/kWh]	5,70
Thermal production [c€/kWh]	8,05
HEATER	
Q disipada [c€/kWh]	0,66
SOLAR COLLECTOR	
Q solar [c€/kWh]	18,51
Q útil [c€/kWh]	0,00
SOLAR TANK	
Charge [c€/kWh]	20,03
Discharge [c€/kWh]	35,33
ΔStorage [c€/kWh]	35,33
DHW TANK	
Charge [c€/kWh]	95,66
Discharge [c€/kWh]	102,42
ΔStorage [c€/kWh]	102,42

Conclusiones

El Área Térmica del LCCE del Gobierno Vasco ha montado una instalación experimental de carácter flexible, que permite contemplar los diferentes tipos de tecnologías

be not obtained with a pure energy analysis. Finally, and using Thermoeconomics, a calculation of the costs of flows have been done.

energéticas, evaluar la integración entre ellas, así como con las nuevas instalaciones de energías renovables. La información que se obtenga de esta instalación será trasladada a la sociedad, para dar así a conocer las posibilidades de las nuevas tecnologías energéticas, así como los puntos críticos y los criterios que se deben seguir de cara a una utilización de las mismas.

Mediante el sistema de regulación y control se pueden reproducir perfiles de demanda de calefacción y ACS de diferentes tipos de edificios de viviendas, o de viviendas unifamiliares, que son calculados a través de software de simulación energética tipo TRNSYS. A partir de estos perfiles, la instalación permite obtener datos de los consumos de los equipos, sus rendimientos, emisiones contaminantes, etc. Se busca la integración de unos equipos con otros para definir las estrategias de funcionamiento más adecuadas, tanto desde el punto de vista económico, como energético o medioambiental.

A modo de ejemplo se ha presentado los resultados de un ensayo de una instalación de producción de calefacción y ACS, consistente en una caldera de condensación, colectores solares y depósitos de ACS y de energía soar. A partir de los datos obtenidos se ha realizado un análisis energético para el día de ensayo. Así mismo, se ha utilizado el método de análisis exergético, con el fin de obtener una información adicional del comportamiento de la instalación, que no se obtiene con un análisis puramente energético. Finalmente, utilizando la Termoeconomía se ha realizado un cálculo de los costes de los flujos de la planta.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen al Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco y de manera especial a su Director D Agustín de Lorenzo la plena disponibilidad de la instalación de ensayos, así como de la infraestructura complementaria.

Coste Energético Unitario Asociado al G.N.			
CALDERA		DEP. SOLAR	
G.N. [c€/kWh]	5,70	Carga [c€/kWh]	0
Prod. Térmica [c€/kWh]	7,60	Descarga [c€/kWh]	0
		ΔAlmc. [c€/kWh]	0
AEROTERMO		DEP. ACS	
Q disipada [c€/kWh]	0	Carga [c€/kWh]	84,37
		Descarga [c€/kWh]	84,74
		ΔAlmc. [c€/kWh]	84,74
COLECTOR			
Q solar [c€/kWh]	0		
Q entrante [c€/kWh]	0		

Unit Energy Cost (associated only to Fuel Cost)			
BOILER		SOLAR TANK	
N.G. [c€/kWh]	5,70	Charge [c€/kWh]	0
Thermal production [c€/kWh]	7,60	Discharge [c€/kWh]	0
		ΔStorage [c€/kWh]	0
HEATER		DHW TANK	
Q disipada [c€/kWh]	0	Charge [c€/kWh]	84,37
		Discharge [c€/kWh]	84,74
		ΔStorage [c€/kWh]	84,74
SOLAR COLLECTOR			
Q solar [c€/kWh]	0		
Q útil [c€/kWh]	0		

Tabla 4. Coste Energéticos Unitarios [c€/kWh] asociados al Gas Natural.

Table 4. Unit energy cost associated only to fuel cost.

Thank-you note

The authors of this work shows their gratitude to the Laboratory of Quality Control in Buildings of the Basque Government and especially to its Director Lorenzo Agustín D for giving a full availability of the laboratory as well as to the complementary infrastructure.

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de edificios, Diario Oficial de la U.E., 18-06-2010.
2. Towards nearly-zero energy buildings. Definition of common principles under the EPBD, Final report, Ecofys, 2012.
3. Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación, Gobierno Vasco, www.euskadi.net/lcce.
4. Transient System Simulation Tool TRNSYS, Thermal Energy Systems Specialists, Madison, USA.
5. www
6. R Reid, J M Prausnitz y T. Sherwood, The Properties of Gases and Liquids, Mc Graw-GHill
7. H Torio, Comparison and optimization of building energy supply systems through exergy analysis and its perspectives, Tesis Docotral, Instituto de Fraunhofer, 2012.
8. Kotas, The exergy method of thermal plant analysis, Krieger, 1995.
9. G Tsatsaronis, A review of exergoeconomic methodologies en M.J. Moran, E. Sciubba (eds) Second Law Analysis of Thermal Systems, American Society of Mechanical Engineers, 1987
10. C. Torres, Exergoeconomía Simbólica, Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 1991.

Información online especializada para el sector de la Climatización, Eficiencia Energética, Rehabilitación y Energías Renovables.



94 454 44 23

info@caloryfrio.com



**LÍDERES EN
CONTENIDOS
DIGITALES**



Patrocinio
Editorial



Participación
Blog



Edición de
contenidos



Actividad
Redes sociales



Sponsorización
Newsletter

Propuesta de normativa compensatoria para muros de gran espesor

Proposed rules for compensatory thick walls

Ernesto Abdón Rodríguez Sánchez¹, Juan Manuel Toledano Cerrato¹

RESUMEN

En el proceso de diseño de las soluciones constructivas para cerramientos de fachadas es frecuente el caso de que, ante la propuesta de posibles sistemas constructivos de sección superior a la convencional, se encuentre por parte del promotor de la edificación la objeción de la penalización que supone la aplicación de dichos sistemas, por la consiguiente merma de la superficie útil resultante.

La presente ponencia propone el establecimiento de mecanismos que permitan compensar la pérdida de superficie útil que implica el empleo de sistemas constructivos de gran espesor, en los casos de agotamiento de la edificabilidad por parte del Proyecto de Ejecución.

La finalidad de la reforma normativa planteada pretende que la adopción de sistemas constructivos de gran sección, tanto tradicionales como innovadores, no queden penalizados de hecho por la aplicación de la normativa urbanística.

El mecanismo compensatorio que se propone para corregir la penalización anteriormente descrita consiste en considerar como no computable a efectos del cálculo de la superficie construida la superficie construida correspondiente al mayor espesor de los muros con respecto de una solución constructiva estándar de referencia.

La compensación propuesta sería aplicable a aquellas soluciones constructivas que, a costa de un incremento del espesor del cerramiento, permitiesen una mejora de sus cualidades prestacionales; en especial las relativas a resistencia térmica, inercia térmica y aislamiento acústico.

En la Ponencia se justifica la viabilidad económica de la adopción alternativa de estos sistemas constructivos de gran espesor, como resultado de la aplicación de la reforma normativa propuesta.

Para cuantificar y por tanto verificar la viabilidad económica de esta propuesta normativa, se ha planteado el ejemplo de su aplicación a una serie de ocho casos concretos correspondientes con otros tantos sistemas constructivos incluidos en el **Catálogo del CTE**.

Con el objeto de garantizar el cumplimiento de dicha finalidad, los sistemas constructivos que se propusiesen para la aplicación de la "bonificación" urbanística propuesta deberían justificar la mejora relativa de dicho comportamiento prestacional.

En base al análisis de la aplicación a los casos hipotéticos propuestos, cabe extraer las siguientes conclusiones respecto de la viabilidad económica de la reforma normativa propuesta:

Por las condiciones de su configuración constructiva, existen casos de sistemas constructivos de sección superior al considerado como canónico de referencia (a título de ejemplo) que permiten adoptar valores de cumplimiento prestacional superiores a los de dicho sistema canónico.

Con carácter general, dichos sistemas constructivos tienen un coste de construcción más elevado que el de referencia.

Pese a ello, la bonificación económica propuesta, compensa económicamente dicho mayor coste de edificación. Así pues, el promotor de la edificación vería amortizado dicho sobrecoste, por la simple aplicación de la reforma normativa.

La ventaja para el promotor consistiría en la oferta de una edificación con unas mejores condiciones prestacionales, sin penalización económica para su promoción.

El usuario de la edificación tendría la ventaja de las mejoras prestacionales introducidas, especialmente la mejora en su balance energético.

Key words: normativa, sostenibilidad, bonificación, gran espesor | regulations, sustainability, bonus, thick.

(1) Arquitectos y urbanistas E: ernesto@ss-gg.com

Introducción

En el origen de la propuesta de innovación normativa que constituye el objeto de la presente ponencia está la Tesis doctoral, actualmente en proceso de conclusión de su redacción definitiva, a cargo del ponente, Ernesto Rodríguez Sánchez, con el título "Validación de sistemas constructivos de los cerramientos de la edificación mediante la aplicación de los Métodos de Decisión Multicriterio. Aplicación al Catálogo de elementos constructivos del Código Técnico de la Edificación."

El propósito de la Tesis doctoral es la implementación de herramientas que basadas en los Métodos de Decisión Multicriterio permitan una valoración compleja de los grados de utilidad de diferentes sistemas constructivos para cerramientos de fachadas.

En el proceso de parametrización de los distintos sistemas constructivos se entra a considerar aspectos que más allá del cumplimiento prestacional atienden a otros, así mismo relevantes, como coste y tiempo de ejecución, grado de certidumbre prestacional según los procesos de puesta en obra, costes de mantenimiento, etc.

Como resultado final del proceso de análisis comparativo propuesto por la tesis se obtienen unos ranking del grado de utilidad comparativo entre distintos sistemas constructivos alternativos, ranking como el que queda expresado en el siguiente gráfico:

Introduction

The origin of the proposed innovation that is the subject of this paper is the doctoral thesis currently in the process of completion of the final wording, by the speaker, Ernesto Rodríguez Sanchez, entitled "Validation of enclosure systems in building by applying Multi-Criteria Decision Methods. Application to the Catalog of Constructive Elements of the Technical Building Code."

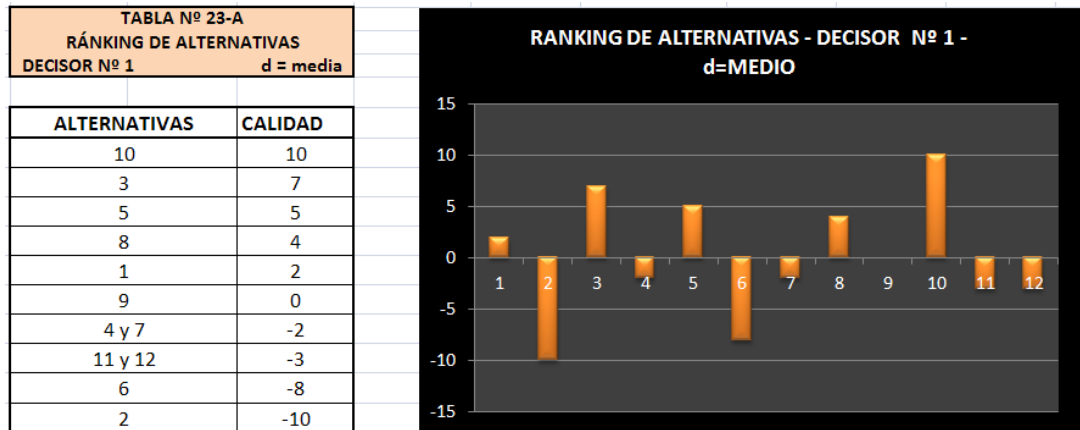
The purpose of the thesis is the implementation of tools based on multicriteria decision methods (DMD) that allow a complex evaluation of the degree of usefulness of different construction systems for enclosure systems in building.

In the process of parameterization of the considered different construction systems, aspects beyond compliance performance, such as cost and runtime performance based degree of certainty according to the processes of placing, costs maintenance, etc.

The Final result of the comparative analysis proposed by the thesis is the comparative ranking of the degree of utility between different alternative building systems, ranking as it is expressed in the graph below are obtained:

In reflecting on this process of complex assessment of the degree of use of alternative building systems, it came to warn an assessment factor not originally planned that could alter the degree of utility initially set.

Fig. 1. Ranking de alternativas en aplicación de la herramienta DMD.
Ranking of alternatives under the DMD tool.



En la reflexión sobre este proceso de valoración compleja del grado de utilidad de los sistemas constructivos alternativos, se llegó a advertir un factor de valoración inicialmente no previsto que se estimó que podría alterar el grado de utilidad establecido inicialmente.

En efecto, en el capítulo de la Tesis en el que se parametrizan los costes de construcción, se entra a considerar, con carácter de innovación, el sobrecoste que supone para las soluciones constructivas cuyo espesor es superior a la canónica el hecho de que dicho espesor se consigue a costa de una merma de la superficie útil de la edificación.

El exceso del consumo de edificabilidad que supone la adopción de sistemas constructivos de sección superior a la canónica y su consiguiente penalización económica no tiene en el marco normativo urbanístico una consideración especial.

Quizás esto sea así por el hecho de que pese a la continuidad epistemológica y doctrinal que sería deseable entre la edificación y el urbanismo, estos campos de actuación y ejercicio de la arquitectura a veces parecen desarrollarse en universos distantes, cuando no beligerantes.

Indeed, in the chapter of the thesis in which construction costs are parameterized, is now consider as a matter of innovation that the additional costs for constructive solutions whose thickness is greater than the canonical that said thickness it comes at the cost of a decline in the usable area of the building.

Excess consumption of development potential involving the adoption of enclosure systems with higher thick than the canonical section and consequent economic penalty, have not in the urban policy framework an special consideration

Perhaps this is because of the fact that, despite the desirable epistemological and doctrinal continuity between building and urbanism, these fields of action and practice of architecture sometimes seem to develop in belligerent distant universes.

The Multidisciplinary exercise that sistemas generales de arquitectura y urbanismo, s.l.p. have developed in its professional fields, in which speakers of this presentation, and their professional intervention in the areas of construction and urban development, based on the diagnosis of the problems detected, has allowed

El ejercicio multidisciplinar de sistemas generales de arquitectura y urbanismo, S.L.P. en el que desarrollan su actividad los ponentes, y su intervención profesional en los ámbitos de la edificación y el urbanismo ha permitido, partiendo del diagnóstico sobre la problemática detectada, la proposición de medidas que actuando en el campo de la normativa urbanística den respuesta a la situación planteada inicialmente en el ámbito de lo estrictamente constructivo.

Descripción de la propuesta de innovación normativa

Partiendo de la problemática detectada en el proceso de desarrollo de la Tesis doctoral mencionada, y sin que por ello se pretenda privilegiar las soluciones de fachada de gran espesor, se entiende como pertinente la posibilidad de establecer mecanismos que permitiesen compensar la pérdida de superficie útil que implica su empleo en los cerramientos en el caso anteriormente descrito de agotamiento de la edificabilidad por parte del Proyecto de Ejecución, lo que viene a ser el caso más común en la promoción inmobiliaria, que tiende a optimizar el aprovechamiento edificatorio permitido por la normativa urbanística, dada la alta repercusión que el coste del suelo supone sobre el producto inmobiliario.

La medida que se propone sería de interés para soluciones constructivas como las de fachadas ventiladas u otras que por la propia configuración de su solución técnica requieren un espesor superior al espesor medio necesario para la construcción de sistemas constructivos convencionales. En estos casos, la aplicación de la normativa urbanística supone, de hecho, una penalización económica no prevista, que constituye una carga diferencial respecto a estos sistemas convencionales, lo cual desincentiva la posible extensión de la implantación de otros sistemas constructivos en los actos de edificación más comunes.

El origen de la reflexión que lleva a la formulación de esta propuesta viene inspirado por la experiencia profesional de los ponentes (que entendemos común a tantos otros profesionales) según la cual, ante la propuesta de posibles sistemas constructivos de sección superior a la convencional, se encuentra por parte del promotor de la edificación la objeción de la penalización que supone la aplicación de dichos sistemas, por la consiguiente merma de la superficie útil resultante, y por tanto, por la merma en el valor de venta del producto inmobiliario.

La propuesta de modificación normativa planteada no parte de un diagnóstico general que mantuviese la idea de que un cerramiento de fachada fuese necesariamente mejor por el simple hecho de que su sección fuese superior a la media. Ello no obstante, la finalidad de la reforma normativa planteada pretende que, como quedó dicho anteriormente, la adopción de sistemas constructivos de gran sección, tanto tradicionales como innovadores, no queden penalizados de hecho por la aplicación de la normativa urbanística.

Dado que la regulación de los parámetros de edificabilidad constituyen una determinación urbanística contenida en las Normas Urbanísticas de planeamiento de cada municipio, consideramos que el procedimiento más adecuado para instrumentar la compensación propuesta sería la introducción en el articulado de dichas Normas Urbanísticas de cláusulas que contemplasen de forma explícita este supuesto.

La compensación propuesta sería aplicable a aquellas

the proposition of rules acting in the field of planning regulations to reply to a situation initially raised in the area of the strictly constructive.

Description of the proposed innovation rules

Based on the problems detected in the development process of the mentioned doctoral thesis, and without intending to favor thick enclosure systems; is understood as necessary establishing mechanisms which enable offset the loss of useful surface above development potential, which is the most common case in developers, which tends to optimize the use allowed by the planning regulations, given the high impact of the cost of land represents on the real estate product.

The proposed measure would be of interest to constructive solutions such as ventilated facades or other, than by the configuration of its technical solution require thicker than the average thickness necessary for the construction of conventional construction systems. In these cases, the enforcement of planning legislation constitutes, in fact, an unforeseen financial penalty, which becomes a differential burden on these conventional systems, which discourages the possible extension of the implementation of other building systems in more common building acts.



Fig. 2. Solución constructiva tradicional mediante cerramiento de gran espesor.

Traditional constructive solution through thick enclosure. More Than Green 2014.

The origin of thought leading to the formulation of this proposal is inspired by the expertise of the authors (we understand common to many other professionals) that developers reject the penalty that occurs when using building systems with superior dimensions over conventional systems, and the resulting decline in floor space and, therefore, decreases in the value of sales in the real estate product

The proposed rules does not kept the idea that a facade be necessarily better for the simple fact that its section is above average. Nevertheless, the purpose of the reform



Fig. 3. Ejemplo de sistema constructivo de gran espesor mediante aplicación de nuevos materiales.

Example of thick construction system by application of new materials.

soluciones constructivas que, a costa de un incremento del espesor del cerramiento, permitiesen una mejora de sus cualidades prestacionales; en especial las relativas a resistencia térmica, inercia térmica y aislamiento acústico.

El mecanismo compensatorio que se propone para corregir la penalización de hecho anteriormente descrita consistiría en considerar como no computable a efectos del cálculo de la superficie construida (y por lo tanto en el cómputo de la edificabilidad) la superficie construida correspondiente al mayor espesor de los muros con respecto de una solución constructiva estándar de referencia, a determinar como tal por la propia normativa urbanística municipal.

La regulación del cómputo de la edificabilidad, según el modelo normalmente establecido por la Normativa Urbanística del planeamiento municipal, contempla la exención de dicho cómputo de una serie de superficies construidas, tales como conductos para instalaciones, ascensores, soportales, etc.

Exponemos como ejemplo la Normativa urbanística del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid, que establece de forma resumida lo siguiente:

“Artículo 6.5.3. Superficie edificada por planta (N-2)

Es el área de la proyección horizontal de la superficie comprendida dentro del perímetro exterior de la planta, considerada, excluidas de ésta las zonas o cuantías que a continuación se enumeran y las que a estos efectos se establecen en las normas zonales o condiciones particulares de los usos:

- a) Los soportales, los entrepisos, los pasajes de acceso a espacios libres públicos, los patios de parcela que no estén cubiertos, (...)*
- b) Las superficies destinadas a garaje-aparcamiento en ciertas situaciones: (...)*
- k) Las zonas comunitarias que cumplan las condiciones del art. 7.3.4, apartado e), en la categoría de vivienda colectiva. (...)*”

La propuesta normativa que aquí se plantea consistiría, en este caso concreto, en añadir un nuevo epígrafe l) a la normativa urbanística por el cual quedaría excluido del cómputo de la superficie construida por planta el exceso que supondría la previsión de un muro de espesor superior al espesor medio de referencia.

Entendemos que la legitimidad de esta medida compensatoria viene dada por el hecho de considerar que tales compensaciones no suponen tanto un incremento del volumen aparente de la edificación, sino unos criterios que permitan optimizar los cálculos tradicionales de espacios comunes, que normalmente suponen un importante factor de consumo de edificabilidad.

Por otra parte hay que considerar que la superficie construida que quedaría exenta del cómputo de la edificabilidad a efectos urbanísticos es de menor cuantía respecto de la totalidad de la edificación.

Justificación de la viabilidad económica de la modificación normativa.

Según lo expresado en el epígrafe anterior, la resistencia a la aplicación de sistemas constructivos alternativos con un mejor grado de cumplimiento prestacional con una sección constructiva mayor de la canónica por parte de los promotores de la edificación vendría dada en primer lugar por la consiguiente merma de la superficie útil de la

proposed aims adoption of thick section facades systems, traditional as innovators, do not suffer penalties by application of urban planning rules.

Since the regulation of building parameters are an urban planning determination contained in the Town Planning Regulations in each municipality, we believe that the most appropriate method to implement the proposed compensation procedure be introducing in the provisions of these Town Planning Regulations some clauses including explicitly this assumption.

The compensation proposal would apply to those construction solutions that at the expense of an increase in the thickness of the facade, would allow an improvement in their performances; especially those relating to heat resistance, thermal inertia and sound insulation

The compensatory mechanism proposed to address the criminalization of fact described above would consider as not computable for the calculation of constructed area (and therefore in the calculation of the development potential) the floor area for the greater thickness of the facades about a canonic constructive solution standard, determined as such by the municipal urban legislation itself.

The regulation of calculating the development potential, according normally established model by the municipal Urban Planning Rules provides for the exemption in the computing development potential of a series of surfaces, such as pipes for installations, lifts, arcades, etc.

We present the example of the urban planning rules of land-use planning of Madrid, which provides as follows:

“Section 6.5.3. Built area per plant (N-2)

It is the area of the horizontal projection of the area contained within the outer perimeter of the plant, considered excluding from it areas or amounts that are listed below and that to these effects are set out in the zonal regulations or conditions of applications:

- a) porches, mezzanines, passages of free access to public spaces, block court yards not covered, (...)*
- b) areas intended for garage-parking in certain situations:(...)*
- k) Community areas which meet the conditions of art. 7.3.4, paragraph e), in the category of collective housing. (...)*”

The proposed legislation raised here would to add a new section l) to the planning regulations by which development potential area due to a higher wall thickness excess would be excluded from the computation of plant built

We understand that the legitimacy of this compensatory measure is given by the fact that such compensation does not aim an increase in the apparent volume of the building. The measure aims imputing criteria to optimize the traditional computations of common spaces, which are often a major factor development potential consumption.

Furthermore we consider that the constructed area that would be exempt from the calculation of the urban development potential is small compared to the whole building.

Justification for the economic viability of the proposal of regulation

As expressed in the previous section, resistance by the promoters to the application of alternative building systems, with better performance and with higher dimension that canonic systems is due to the consequent loss of the usable

edificación.

Por otra parte, y por constituir soluciones constructivas más complejas, estos sistemas constructivos conllevan generalmente un mayor coste de construcción, por lo cual su adopción resulta doblemente penalizada.

En el presente epígrafe se justificará la viabilidad económica de la adopción alternativa de estos sistemas constructivos, resultante de la aplicación de la reforma normativa propuesta.

La reforma normativa permite eximir del cómputo de la superficie construida el exceso de la misma producido por la aplicación de sistemas constructivos de un espesor superior al canónico. Esta exención supone, para el promotor de la edificación lo que podría denominarse como una "bonificación", que le permitiría aumentar de hecho la superficie construida total de la edificación.

El beneficio económico de esta bonificación se puede cuantificar considerando la repercusión sobre metro cuadrado construido del valor del aprovechamiento urbanístico, derivado en último término del valor del coste del suelo.

Para cuantificar y por tanto verificar la viabilidad económica de esta propuesta normativa, planteamos el ejemplo de su aplicación a una serie de ocho casos concretos correspondientes con otros tantos sistemas constructivos de los contemplados en el Catálogo del CTE, con las siguientes particularidades:

Se han elegido ocho sistemas constructivos para construcción de cerramientos para fachadas cuya sección excede de la considerada como canónica, que es de 27 cm⁽¹⁾. Entendemos que la consideración de este número de ocho sistemas constructivos adoptados como testigos de la eficacia de la aplicación de la norma debe considerarse como una muestra suficiente.

Los ocho sistemas constructivos considerados están incluidos en el Catálogo de elementos constructivos del CTE. El hecho de que respondan en general a la utilización de materiales de construcción tradicionales, no excluye la posibilidad de la extensión de las conclusiones obtenidas a otros sistemas constructivos innovadores, dado que en lo fundamental dichas conclusiones derivan de la consideración del exceso de sección constructiva y del posible sobrecoste sobre la solución canónica considerada como testigo.

Para el cálculo del test de viabilidad económica planteado se han considerado las siguientes hipótesis:

- Se ha considerado una altura de cerramiento igual a 2,90 m.
- Se ha estimado una repercusión del coste por metro cuadrado de edificabilidad de 1.500 €/m².

Con estas premisas, se ha realizado el Cuadro 1, que se adjunta, en la cual figuran los siguientes datos:

- (1) Número de referencia (el sistema constructivo testigo, F 1.2, se ha numerado como 0)
- (2) Denominación del sistema constructivo.
- (3) Ancho del sistema constructivo.
- (4) Diferencia entre el ancho del sistema constructivo y el del sistema canónico de referencia (F 1.2).
- (5) Coste de construcción del sistema constructivo por metro cuadrado construido.

area of the building.

Moreover, and for being more complex constructive solutions, these building systems usually carry a higher cost of construction, so its adoption is doubly penalized.

In this section, the economic viability of alternative adoption of these constructive systems are justified resulting from the application of the proposed regulatory reform .

Regulatory reform allows to exempt the excess built area due to the application of building systems thicker than canonical systems.

This exemption is, for the promoter of the building what could be termed as a "bonus", which in fact would increase the gross floor area of the building.

The economic benefit of this bonus can be quantified by considering the impact on the value of built square meter, derived ultimately from the value of the cost of land.

For quantify, and thus verify the economic viability of this proposed legislation, we propose the example of application to a corresponding series to eight specific cases with as many building systems than those listed in the Catalogue of CTE, with the following features:

We selected eight systems for building facades whose section exceeds the considered canonical, that is 27 cm⁽¹⁾. We consider that selecting eight systems as samples to the effectiveness of the implementation of the standard should be considered as sufficient.

The selected systems are included in the Catalogue of constructive elements of the CTE. The selected systems are shaped by traditional construction materials.

The extent of the findings obtained for other innovative construction systems is not excluded, since basically these conclusions derived from consideration of excess constructive section and of the possible cost increase on the canonical solution considered as a reference.

For calculating the economic viability test we considered the following assumptions:

- It was considered the height of facade equal to 2.90 m.
- It has been estimated impact of the cost per square meter of floor 1,500 €/ m².

With these premises, there has been Table 1, attached, which include the following:

- (1) Reference number (taken as canonic reference system, F 1.2, has been numbered as 0)
- (2) Description of the construction system.
- (3) Width of system.
- (4) Difference between the width of every one of the systems and the canonical system width (F 1.2).
- (5) Cost the system per square meter built.
- (6) Cost of construction of the system per square meter.
- (7) Difference between the cost of every system and the canonical system (F 1.2).
- (8) Percentage increase of the construction cost of every system, with respect to the canonical reference system.

- (6) Coste de construcción del sistema constructivo por metro lineal.
- (7) Diferencia entre el coste de construcción del sistema constructivo y el del sistema canónico de referencia (F 1.2).
- (8) Porcentaje de aumento del coste de construcción del sistema constructivo, respecto del sistema canónico de referencia.
- (9) Coste de repercusión de la edificabilidad sobre metro cuadrado construido.
- (10) Coste de repercusión de la edificabilidad sobre metro lineal de fachada (en relación con el mayor ancho).
- (11) Porcentaje de (10) sobre el coste de ejecución por metro lineal del sistema de referencia.
- (12) Diferencial de costes por metro lineal de fachada resultante de restar al incremento del coste de ejecución por metro lineal de fachada respecto del sistema canónico (7) el coste de repercusión de la edificabilidad sobre metro lineal de fachada correspondiente al exceso que supone en planta el sistema constructivo en cuestión respecto del sistema canónico establecido como tal (11).

- (9) Cost impact of every system per square meter.
- (10) Cost impact of development potential per lineal meter facade (in relation to the greater width).
- (11) Percentage of (10) on the construction cost per lineal meter of the canonic system (F.1.2).
- (12) Differential cost per lineal meter of facade which results of (7) minus (9)

It is verified that in most of the cases analyzed, the cost differential with respect to the canonical solution is negative, this is supposed lower whole cost.

Below is a table which lists the characteristics of the different construction systems considered:

- (1) Cost of implementation (€ / M. L.)
- (2) Economic Bonus according to the not computed development potential (€)
- (3) Increased thermal resistance (% of canonic system)
- (4) Increased thermal inertia (% of canonic system)
- (5) Increased sound insulation (% of canonic system)
- (6) Economic balance: increased cost of implementation minus (2)

Fig. 4. Cálculo del diferencial de costes por metro lineal de fachada.

Calculating the cost differential per lineal meter of façade.

CUADRO 1: CÁLCULO DEL DIFERENCIAL DE COSTES POR METRO LINEAL DE FACHADA											
SISTEMA	ANCHO			COSTE CONSTRUCCIÓN				BONIFICACIÓN			DIFERENCIAL DE COSTES/ML
	SISTEMA	DIFERENCIA CON F 3.1	SISTEMA		DIFERENCIA CON F 3.1		REP/M2	REP/M.L.	(%)		
			COSTE/M2	COSTE/M.L.	TOTAL	(%)					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	F 3.1	255	0	81,92	237,57	0,00	0,00%	1.500,00	0,00	0,00%	0,00
2	F 3.6	410	155	104,69	303,60	66,03	27,80%	1.500,00	232,50	97,87%	-166,47
3	F 3.15	380	125	88,25	255,93	18,36	7,73%	1.500,00	187,50	78,92%	-169,14
4	F 3.18	420	165	81,98	237,74	0,17	0,07%	1.500,00	247,50	104,18%	-247,33
5	F 3.26	410	155	87,96	255,08	17,52	7,37%	1.500,00	232,50	97,87%	-214,98
6	F 3.38	340	85	74,52	216,11	-21,46	-9,03%	1.500,00	127,50	53,67%	-148,96
7	F 6.25	400	145	166,84	483,84	246,27	103,66%	1.500,00	217,50	91,55%	28,77
8	F 6.38	350	95	141,54	410,47	172,90	72,78%	1.500,00	142,50	59,98%	30,40
9	F 7.20	375	120	195,02	565,56	327,99	138,06%	1.500,00	180,00	75,77%	147,99

COSTE POR METRO LINEAL PARA UNA ALTURA DE 2,60+0,30= 2,90

Se comprueba cómo en la mayor parte de los casos analizados, el diferencial de costes con respecto de la solución canónica es negativo, esto es supone un coste menor.

A continuación se adjunta un cuadro en el que figuran las características de los distintos sistemas constructivos considerados:

- (1) Coste de ejecución (€/ m.l.)
- (2) Bonificación económica correspondiente a la edificabilidad no computable (€)
- (3) Incremento de la resistencia térmica (% sobre sistema de referencia)
- (4) Incremento de la inercia térmica (% sobre sistema de referencia)
- (5) Incremento del aislamiento acústico (% sobre sistema de referencia)
- (6) Balance económico: incremento del coste de ejecución menos bonificación (€)

Parameter data necessary for carrying out the above table come from the one held in the framework of the doctoral thesis which serves as a reference.

In view of the data in Table 1, it is found that the economic benefit to the fact increase the allowable floor area ranges from a loss of € 30.40 / ml 6.38 for the F system and a profit of € 247.33 / m. l. 3.18 for the F system.

Since the amount of "bonus" brought about by the application of the rules proposed innovation value depends proportionally built square meter impact on the value of urban use, the application will be more profitable the higher the value of impact.

In the case study has quantified the bonus value different assumptions impact of development potential, from the lowest, corresponding to a promotion of social housing, to the case of an impact of € 3,000 / m² built. The result is shown in the graph below, where the values of the average bonus appear, depending on the value impact of development potential. The graph shows how the value of the bonus is a linear function of the value of impact.

SISTEMA	SECCIÓN	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
		COSTE	BONIFIC.	$\Delta R. T.$	$\Delta I. T.$	$\Delta ACUS$	BALANCE
F 3.1		237,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F 3.6		303,60	310,00	17,24%	135,31%	88,39%	-243,97

Fig. 5. Fichas de características de los sistemas constructivos considerados.

ISheets characteristics of the considered building systems.

Los datos de parametrización necesarios para la realización del cuadro anterior proceden de la realizada en el marco de la Tesis doctoral que sirve de referencia.

A la vista de los datos contenidos en el Cuadro 1, se comprueba que el beneficio económico obtenido por el hecho de incrementar la superficie construida admisible oscila entre un perjuicio de 30,40 €/m.l. correspondientes al sistema F 6.38 y un beneficio de 247,33 €/m. l. para el sistema F 3.18.

Dado que el importe de la “bonificación” propiciada por la aplicación de la innovación normativa propuesta depende proporcionalmente del valor de repercusión sobre metro cuadrado construido del valor del aprovechamiento urbanístico, dicha aplicación será tanto más rentable cuanto mayor sea dicho valor de repercusión.

En el caso de estudio, se ha cuantificado la bonificación en distintos supuestos de valor de repercusión de la edificabilidad, desde el más bajo, correspondiente a una promoción de vivienda protegida, hasta el caso de una repercusión de 3.000 €/m2 construido. El resultado queda representado en el siguiente gráfico, en que aparecen los valores de la bonificación media, en función del valor de repercusión de la edificabilidad. En el gráfico se aprecia cómo el valor de la bonificación es una función lineal del valor de repercusión.

Condiciones para la aplicabilidad de la norma

La finalidad de la reforma normativa propuesta es la de despenalizar la adopción de sistemas constructivos para cerramientos en fachada con un ancho de sección constructiva superior al canónico, para el caso de que dichos sistemas constructivos propicien un comportamiento prestacional comparativamente mejor.

En consecuencia, con el objeto de garantizar el cumplimiento de dicha finalidad, los sistemas constructivos que se propusiesen para la aplicación de la “bonificación” urbanística propuesta deberían justificar la mejora relativa de dicho comportamiento prestacional.

A título de ejemplo, y para su aplicación al caso concreto que hemos propuesto como testigo para evaluar la viabilidad económica de la propuesta, al sistema constructivo propuesto se le plantearían las siguientes exigencias para

Conditions for applicability of the proposed rules

The purpose of the proposed regulatory reform is to incentive the adoption of facade systems with better performances with a width exceeding the canonical system.

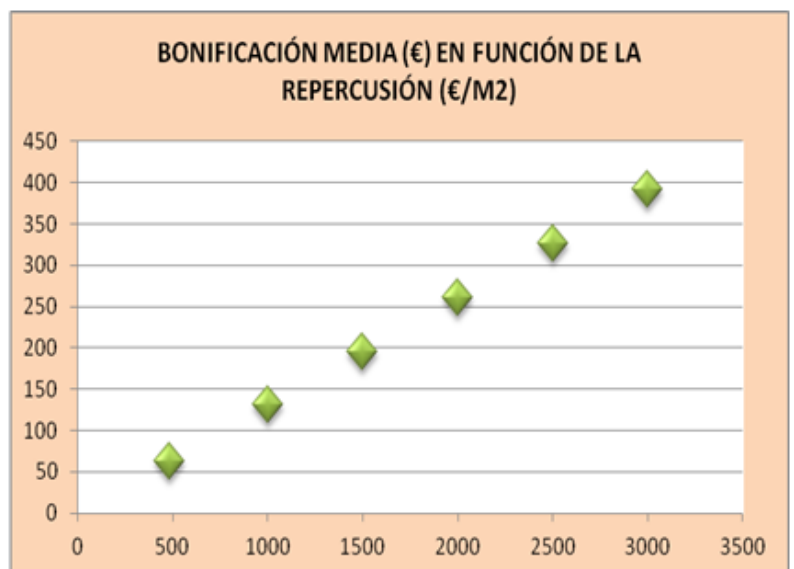
Consequently, in order to ensure compliance with that aim, the proposed building systems to apply this “bonus” should justify the relative improvement of the technical performances .

By way of example, and for application to the specific case we have proposed as a witness to assess the economic feasibility of the proposal, the proposed construction system will pose the following requirements for the application of the degree of exceptionality raised by the proposed regulatory reform:

- The thermal resistance must improve at least 15% of the construction system of reference.
- Thermal Inertia must improve at least 75% of the canonical system of reference.
- The acoustic insulation must improve at least 60% of the canonical system of reference.

Fig. 6. Bonificación media (€) en función de la repercusión (€/m2)..

Average Bonus (€) depending on the impact (€ / m2).



la aplicación del grado de excepcionalidad planteado por la reforma normativa propuesta:

- La Resistencia Térmica deberá superar, al menos, en un 15% la del sistema constructivo de referencia.
- La Inercia Térmica deberá superar, al menos, en un 75% la del sistema constructivo de referencia.
- El Aislamiento Acústico deberá superar, al menos, en un 60% la del sistema constructivo de referencia.

El cumplimiento de cada una de estas condiciones permitiría la aplicación del supuesto excepcional planteado por la reforma normativa propuesta.

En el Cuadro 2 que se adjunta a continuación, quedan incorporados los datos de la mejora prestacional de los distintos sistemas constructivos adoptados como testigo, respecto del sistema constructivo canónico de referencia.

Compliance with each of those conditions would enable the application of the exceptional case raised by the proposed regulatory reform.

Table 2. Attached below, are incorporated performance improving data the various construction systems adopted as samples regarding the canonical system of reference.

Notwithstanding the foregoing, although the improvement of any of the three parameters considered do not exceed those minimum improvements, if the sum of the percentage increases of the three parameters considered prestacionales exceeds 100% of the canonic system, we estimate the application of this exception.

To discriminate such a possibility has been performed Table 3, in which the sum of the percent increases of the three parameters considered is calculated.

Fig. 7. Cuantificación de la mejora prestacional..
Quantification of performance improvement.

CUADRO 2: CUANTIFICACIÓN DE LA MEJORA PRESTACIONAL											
SISTEMA	RESISTENCIA TÉRMICA				INERCIA TÉRMICA			AISLAMIENTO ACÚSTICO			
	SISTEMA	DIFERENCIA CON F 3.1		SISTEMA	DIFERENCIA CON F 3.1		SISTEMA	DIFERENCIA CON F 3.1			
		TOTAL	(%)		TOTAL	(%)		TOTAL	(%)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
1	F 3.1	2,0877	0,0000	0,00%	17,5656	0,0000	0,00%	47,04	0,00	0,00%	
2	F 3.6	2,4477	0,3600	17,24%	41,3339	23,7683	135,31%	88,62	41,58	88,39%	
3	F 3.15	2,1277	0,0400	1,92%	30,2653	12,6997	72,30%	55,12	8,08	17,18%	
4	F 3.18	2,2277	0,1400	6,71%	38,2144	20,6488	117,55%	91,63	44,59	94,79%	
5	F 3.26	2,6077	0,5200	24,91%	45,127	27,5614	156,91%	87,82	40,78	86,69%	
6	F 3.38	2,3614	0,2737	13,11%	21,7048	4,1392	23,56%	72,90	25,86	54,97%	
7	F 6.25	2,4607	0,3730	17,87%	43,3779	25,8123	146,95%	56,23	9,19	19,54%	
8	F 6.38	2,3649	0,2772	13,28%	23,791	6,2254	35,44%	74,15	27,11	57,63%	
9	F 7.20	2,27	0,1823	8,73%	18,3222	0,7566	4,31%	78,03	30,99	65,88%	
				MAYOR DEL 15%				MAYOR DEL 75%			

No obstante lo anterior, se plantea la posibilidad hipotética de que aunque la mejora de alguno de los tres parámetros considerados no superase dichos mínimos, si la suma de los incrementos porcentuales de los tres parámetros prestacionales considerados superase el 100% sobre los de referencia, se estimaría la aplicación de dicho supuesto de excepcionalidad.

Para discriminar dicha posibilidad, se ha realizado el Cuadro 3, en la cual se calcula la suma de los incrementos porcentuales de los tres parámetros considerados.

En función de dicho cálculo, los sistemas constructivos a

According to this calculation, the building systems which would be applicable to the proposed regime would be exceptional F 3.6, F 3.18, F 3.26, F 6.25, F 6.38 YF 7.20, ie a total of five over eight.

Conclusions on the applicability of proposed rules innovation

Based on what is stated in previous sections, for the analysis of the implementation of the proposed scenarios, the following conclusions can be drawn regarding the economic viability of the proposed regulatory reform:

Fig. 8. Sistemas para los cuales la norma podría ser aplicable..
Systems for which the rule could be applicable.

CUADRO 3: SISTEMAS PARA LOS CUALES LA NORMA PODRÍA SER APLICABLE					
SISTEMA	R. TÉRMICA	I. TÉRMICA	ACÚSTICO	TOTAL	
1	F 3.1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	F 3.6	17,24%	135,31%	88,39%	240,95%
3	F 3.15	1,92%	72,30%	17,18%	91,39%
4	F 3.18	6,71%	117,55%	94,79%	219,05%
5	F 3.26	24,91%	156,91%	86,69%	268,51%
6	F 3.38	13,11%	23,56%	54,97%	91,65%
7	F 6.25	17,87%	146,95%	19,54%	184,35%
8	F 6.38	13,28%	35,44%	57,63%	106,35%
9	F 7.20	8,73%	4,31%	65,88%	78,92%

los cuales sería aplicable el régimen de excepcionalidad propuesto serían los F 3.6, F 3.18, F 3.26, F 6.25, F 6.38 Y F 7.20, es decir un total de cinco sobre ocho.

Conclusiones sobre la aplicabilidad de la innovación normativa propuesta

En base a lo expresado en los anteriores epígrafes, y por análisis de la aplicación a los casos hipotéticos propuestos, cabe extraer las siguientes conclusiones respecto de la viabilidad económica de la reforma normativa propuesta:

- Por las condiciones de su configuración constructiva, existen supuestos de sistemas constructivos de ancho de sección superior al considerado como canónico de referencia (a título de ejemplo) que permiten adoptar valores de cumplimiento prestacional superiores a los de dicho sistema canónico.
- Con carácter general, dichos sistemas constructivos tienen un coste de construcción más elevado que el de referencia.
- Pese a ello, también con carácter general, la bonificación económica que se produciría de hecho con la exención del cómputo de la superficie construida del exceso de ocupación por la edificación producido por la mayor sección del cerramiento, compensa económicamente dicho mayor coste de edificación. Así pues, el promotor de la edificación vería amortizado dicho sobrecoste de la edificación, por la simple aplicación de la reforma normativa, sin entrar en otras consideraciones.
- La ventaja para el promotor consistiría en la oferta de una edificación con unas mejores condiciones prestacionales, sin penalización económica para su promoción inmobiliaria.
- El usuario de la edificación tendría la ventaja de las mejoras prestacionales introducidas, especialmente la mejora en balance energético de la misma.
- La aplicación de la reforma normativa permitirá la incentivación de la utilización tanto de sistemas constructivos innovadores que requieran de una sección superior a la convencional, como de sistemas tradicionales de construcción masiva e igualmente de gran sección.

La experiencia de los ponentes del presente comunicado se ha desarrollado en el seno de la empresa sistemas generales de arquitectura y urbanismo, S.L.P. como equipo redactor de diversos proyectos urbanísticos y de edificación tanto para el ámbito privado como especialmente para la Administración. La propuesta descrita en la presente comunicación no es un mero ejercicio académico, sino que aspira a constituir el cuerpo técnico necesario para su implementación mediante reformas legislativas y normativas.

Dichas reformas podrán plantearse en los tres niveles de la Administración: el estatal, el autonómico (en sus respectivos campos de competencias legislativas) y en el nivel local, mediante su incorporación a las Normas Urbanísticas del planeamiento general de ámbito municipal.

- By the conditions of its structural design, there are cases of thick building systems that allow a improved compliance prestacional than those of the canonical system section.
- In general, these building systems have a cost higher than the reference.
- Nevertheless, also in general, the financial bonus that actually produces the exemption of calculating the built occupation excess produced by the larger width systems, economically compensates said higher cost of construction. Thus, developers would have amortized this additional cost of the implementation, by the simple application of regulatory reform, without going into other considerations.
- The advantage for the developer would be to supply a building with better benefits and services conditions, without financial penalty for real state investment.
- The user of the building would have the advantage of introduced prestacionales improvements, especially improved energy balance of it.
- he implementation of regulatory reform will enable to stimulate such the use of innovative construction systems requiring a higher width as of traditional mass-construction systems and equally high thick.

The experience of the speakers of this release has been developed within the company sistemas generales de arquitectura y urbanismo, s.l.p. as directors of drafting teams in urban and building projects for both the private and especially for State Administration. The approach described in this communication is not an academic exercise, but aims to be the corpus of technical regulations necessary for implementation through legislative and policy reforms.

These reforms may be raised in the three levels of State Administration: central state, autononomical (in their respective fields of legislative powers) and at local level by implementing the proposed regulatory reform to the Town Planning Regulations of general planning at the municipal level.

REFERENCES / REFERENCIAS

1. Para la consideración de este ancho de sección considerada como canónica de referencia, se ha adoptado como referencia el sistema constructivo F 3.1 de los incluidos en el Catálogo de sistemas constructivos del CTE.

OBJETIVO: REHABILITACIÓN HIDROLOGICA URBANA

LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO NECESITAN REDUCIR LA CANTIDAD DE AGUA DE LLUVIA A TRATAR
LAS CIUDADES NECESITAN NUEVAS CAPAS QUE FILTREN Y LAMINEN AGUA DE LLUVIA EN ORIGEN



ESTANQUES DE TORMENTA

EL PROBLEMA:

La lluvia, la impermeabilización y los sistemas centralizados, generan enormes caudales que exceden la capacidad de los sistemas de saneamiento y provocan la sobrecarga y descarga (DSU) a cauce natural, de un **agua residual** altamente contaminada.



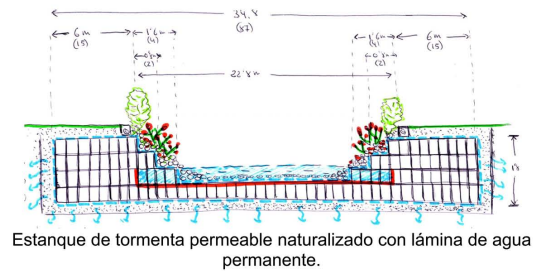
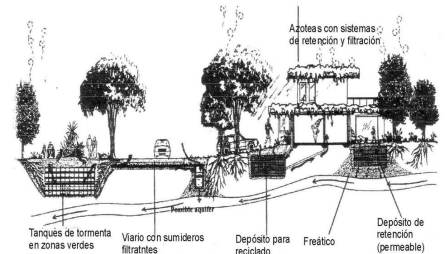
Para paliarlo se están construyendo grandes y costosas estructuras, que **retienen un residuo ya contaminado**, para posteriormente ser enviado a las depuradoras para su tratamiento.



Estas infraestructuras no evitan la contaminación del recurso que gestionan, no proporcionan un agua apta para su aprovechamiento y perjudican el correcto funcionamiento de las depuradoras.

LA SOLUCIÓN:

Es fundamental la captación del agua de lluvia a través de "sumideros filtrantes" y pasar de macro instalaciones de retención al final de la línea a instalaciones modulares sectorizadas en origen, ubicando multitud de depósitos que contengan agua apta para su aprovechamiento en riego, recarga del freático en zonas verdes, o vertido directo a cauce natural o colector.

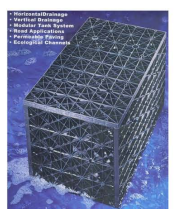
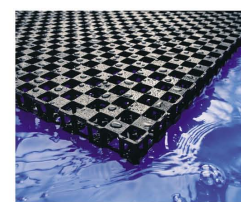


Estanque de tormenta permeable naturalizado con lámina de agua permanente.



Depósito infiltración en zona verde natural. Vista durante el montaje y una vez finalizado.

Depósito infiltración en zona industrial urbanizada. Vista durante el montaje y una vez finalizado.



Indicadores de sostenibilidad ¿cómo convertir una herramienta técnica en una experiencia docente?

Technological innovation as a factor of urban growth. A new model of transport for the city of Cali (Colombia)

Juan Manuel Ros García¹, Roberto Alonso González Lazcano²

RESUMEN

Ante el reto global de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, se hace preciso considerar las condiciones medioambientales de valor natural en escenarios especialmente vulnerables al desarrollismo urbano. Se presenta el caso singular de una nueva implantación como medio de transporte público dentro de la ciudad de Santiago de Cali en Colombia, enmarcada dentro del Valle del Cauca, territorio de una singularísima biodiversidad a conservar. Se propone el motor eléctrico lineal de imanes permanentes en disposición Halbach de emisiones cero como tecnología para el innovador sistema de transporte que ocupará en su trazado, obsoletos y consolidados nodos urbanos del llamado Corredor Verde de la ciudad.

Santiago de Cali se trata de la tercera ciudad más poblada de Colombia, creció en los márgenes del antiguo ferrocarril del Pacífico a partir de 1915, convirtiéndose con el tiempo en una barrera negativa para el progreso homogéneo de la estructura urbana de la ciudad. Ubicada en un punto estratégico de gran riqueza natural dentro del valle del río Cauca con una extensión de 35km de anchura entre la Cordillera Occidental (los llamados Farallones, pertenecientes a los Andes colombianos) y la Cordillera Central, Cali busca mantener su equilibrio reduciendo perturbaciones ambientales negativas y asimilando nuevos factores de dinamización socioeconómica. El enclave de la ciudad de Cali forma parte de una región con un gran potencial natural de recursos y fuentes hídricas que pudieran garantizar objetivamente un nivel medioambiental sostenible. Sin embargo en la actualidad se han relacionado los indicadores altos de contaminación del aire de la ciudad de Cali con el uso indiscriminado de motores de combustión y con la segregación de áreas metropolitanas que intensifican la degradación del ecosistema natural de su geografía.

Complementariamente al actual sistema **MIO** de transporte (*Masivo Integrado de Occidente*), desarrollado desde 2009, se pretende planificar un nuevo trazado que mejore las comunicaciones en el sentido longitudinal de la ciudad a través de la tercera fase de desarrollo del denominado Corredor Verde, vacío urbano, espacio limítrofe ocupado por la línea ferroviaria en desuso que divide la ciudad de norte a sur en dos áreas metropolitanas a lo largo de 20km de distancia, en la que seis de los siete ríos de Cali atraviesan el recorrido de la antigua línea férrea. Desde 2005 que se aprobó la iniciativa urbanística se encuentra pendiente de consolidar su recuperación bajo criterios de movilidad y medioambiente. El Corredor Verde, con su propuesta de movilidad, ante todo pretende conservar, potenciar y hacer compatible con el crecimiento de la ciudad de Cali, el especial valor natural de la biodiversidad, característica de toda la comarca del Valle del Cauca. La estrategia de implantación a partir de tecnología limpia de emisiones para el nuevo mecanismo de conectividad de transporte público urbano, representa sin duda una oportunidad y ejemplo de adaptación sostenible al crecimiento sin degradación de la riqueza medioambiental del Valle del Cauca. La recuperación del espacio del Corredor Verde a partir del nuevo medio de transporte con tecnología limpia, permitirá recuperar la huella de la estructura ecológica propia de la comarca del Cauca, integrando áreas deprimidas en el conjunto de la ciudad a lo largo de un parque lineal accesible al progreso sostenible.

La tecnología prevista para su desarrollo, el motor lineal, es un tipo especial de motor eléctrico, al no tener emisiones de gases de efecto invernadero y alcanzar muy baja emisión de ruido, significará una ventaja diferencial sobre los vehículos movidos por motores de combustión, actuando de inhibidor contaminante. En la actualidad, no se conoce ningún sistema de transporte urbano en el mundo que utilice este tipo de propuesta tecnológica, con impacto favorable sobre la conservación del medio físico y el crecimiento urbano de valor medioambiental sin riesgo para el usuario masivo del transporte.

Key words: Transporte, Motor Lineal, Planificación Urbana, Santiago de Cali, Corredor Verde | Transport, Linear Motor, Urban Planning, Santiago de Cali, Green Corridor.

(1) Escuela Politécnica Superior. Universidad San Pablo, Boadilla del Monte, Madrid. E: jmros.eps@ceu.es

El Valle del Cauca (Colombia) cuenta con una gran oferta en materia de biodiversidad, ecosistemas protegidos y servicios ambientales de la región impulsados hacia el desarrollo sostenible con el compromiso de toda la comunidad a favor de la conservación de los recursos naturales.

El Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca 2002-2012 identificó entre otras situaciones ambientales críticas relacionadas con la alteración y pérdida de la biodiversidad, la contaminación atmosférica, el conflicto por uso y manejo inadecuado del suelo, los asentamientos humanos en zonas de riesgo, la expansión urbana no planificada, el déficit de espacio público y calidad del mismo, y la disposición inadecuada de residuos urbanos.

Como consecuencia del Plan de Acción 2007-2009 (CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca) se estructuró un programa de planificación y gestión para el fortalecimiento institucional que permitiera una correcta política de inversiones en la zona urbana de Cali. Marcándose acciones operativas en el actual Plan 2012-2015 que facilitaran la protección y mejoramiento del ambiente en asentamientos urbanos con medidas de prevención, mitigación y adaptación al cambio climático en la gestión con una especial atención en la gerencia integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos desde la valoración de indicadores sectoriales.(Fig.1) Colombia en proporción con su superficie posee sin embargo más del 10% de la biodiversidad del planeta y el Valle del Cauca representa un patrimonio singular dentro de la riqueza global del país. Desde comienzos del siglo xx han surgido los problemas ambientales asociados a la pérdida de los bosques naturales como la erosión, contaminación del aire, el agua y la degradación de la biodiversidad.

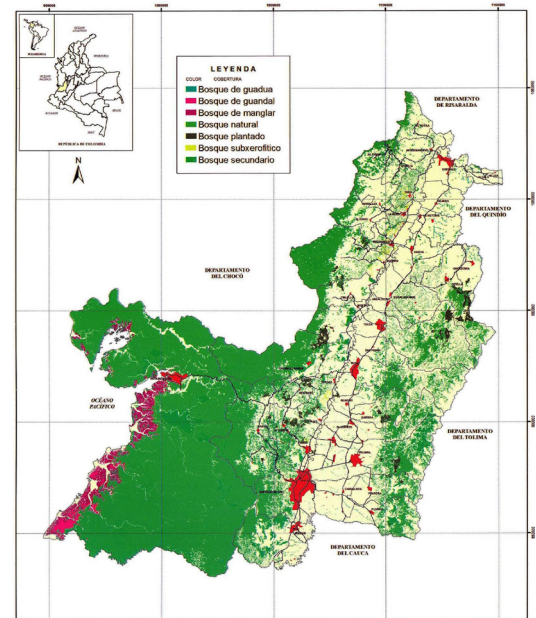
The Valle del Cauca (Colombia) is characterized by its biodiversity, protected ecosystems and environmental services. The whole region defends sustainable development driven by the commitment of the whole community for the conservation of natural resources.

The “Plan de Gestión Ambiental Regional del Valle del Cauca 2002-2012” (Regional Environmental Management) identified critical environmental issues that endanger biodiversity such as: air pollution, improper use and land management, human settlements in risk areas, unplanned urban sprawl, lack of public spaces, lack of urban quality in existing public spaces and inadequate disposal of urban waste.

As a result of the “Plan de Acción 2007-2009 (CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca)” new planning policies were implemented so that local institutions could be strengthened. Strong local institutions are key for an adequate investment policy. Furthermore, the current 2012-2015 Plan is fostering the protection and

Fig. 1. Mapa Cobertura de bosque natural en el Valle del Cauca. Fuente Cartografía: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (CVC.2014)

Natural forests, Valle del Cauca. Source: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (CVC.2014).

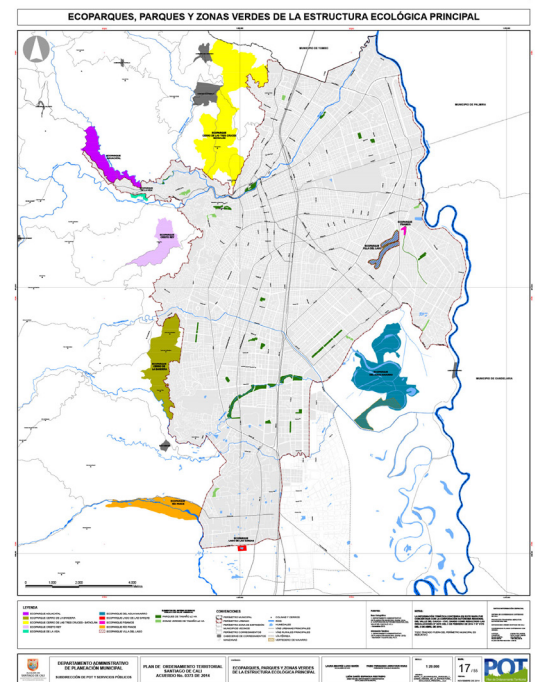


En muchos países en desarrollo, los riesgos para la salud relacionados con el transporte aún no han recibido una atención prioritaria, o no han llegado a estimular acciones políticas conjuntas por la salud, el medio ambiente y del transporte en general (WHO, 2009).

El municipio de Santiago de Cali, pese a tener una de las mayores densidades poblacionales del país, no ha tenido un acompañamiento de su acelerado crecimiento en los últimos años con un mejoramiento de la oferta de transporte.(Fig.2)

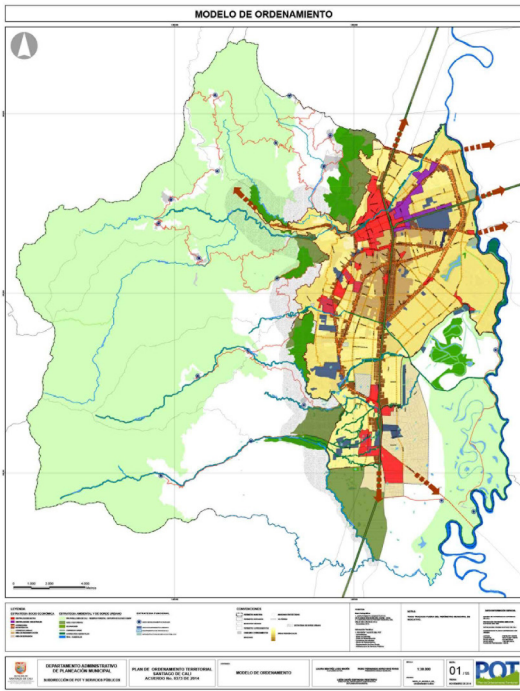
Fig. 2. Ecoparques, Parques y Zonas Verdes de la estructura Ecológica Principal. Alcaldía Santiago de Cali. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Plan de Ordenación Territorial-POT 2014.

Eco parks and green areas within the ecological infrastructure. Source: Alcaldía Santiago de Cali. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Plan de Ordenación Territorial-POT 2014.



Esta disparidad en el desarrollo de la ciudad, ha generado problemas de movilidad que han traído consecuencias desfavorables sobre la calidad de vida de sus habitantes, como lo son los mayores tiempos de viaje, las mayores emisiones contaminantes, los mayores niveles de accidentalidad e ineficiencia en el uso de la infraestructura vial existente en la ciudad. Adicionalmente, Cali es una ciudad monocéntrica, ya que en su zona central se localizan las actividades urbanas que demandan un mayor movimiento de personas como son el gobierno, comercio, servicios e industria, donde se generan aproximadamente el 60% de los viajes, característica que no ha sido adecuadamente manejada por el servicio de transporte público colectivo que prestan empresas particulares. (Fig.3)

El conocido Corredor Verde de la ciudad de Cali, eje longitudinal de comunicación de norte a sur del centro urbano de Cali con las poblaciones de Yumbo y Jamundí, asumirá su función Interregional de Transporte Masivo, y espina dorsal del espacio público, espacio de equipamientos y por extensión elemento urbano dinamizador de la economía de sectores vulnerables más desprotegidos socialmente y tradicionalmente desconectados de la ciudad. De igual modo se debe convertir en la eliminación



de procesos espontáneos de densificación que han perjudicado de forma notable la calidad espacio ambiental de los enclaves urbanos limítrofes más desvinculados por transporte y movilidad. Así, el Corredor Verde formará parte como proyecto estratégico de la solución al desafío de movilidad de uno de los elementos articuladores urbanos más importantes dentro de la estructura regional de la comarca en la que se enmarca el Valle del Cauca. Según su trazado soportará diferentes focos de centralidad y de expansión económica dentro de un concepto de espacio público de calidad medioambiental de la ciudad, recuperador de la riqueza natural de su enclave regional a partir de sus diferentes escalas territoriales y la planificación de bolsas residenciales densificadas.(Fig.4). Para ello se precisa consolidar a través de un nuevo sistema de movilidad, el actual modo de transporte público MIO (*Masivo Integrado de Occidente*), y referirlo a una expansión regional con una estudiada red de troncalidades vecinales subregionales de equilibrio medioambiental, preservando la calidad regional fuera de la contaminación producida por las tradicionales tecnologías de transporte y resolviendo definitivamente áreas conflictivas de difícil integración como la denominada Galería Santa Elena.

Se trataría de aprovechar todo el antiguo trazado férreo de 100 metros de ancho y 16 kilómetros de longitud que tiene Cali en línea recta a lo largo de la Avenida 4 Norte, las calles 25 y 26 y la Avenida Simón Bolívar, para desarrollar el proyecto de una nueva tecnología de transporte libre de contaminación.

Desde el Plan Vial de Tránsito y Transporte de 1990, la ciudad de Cali ha estado concibiendo el desarrollo de un sistema de transporte urbano integral y sostenible. Culminando con el Proyecto SITM MIO (Fig.5) que busca proporcionar una solución unificada a los crecientes requerimientos de movilidad de pasajeros en la ciudad y su área de influencia inmediata, promoviendo un desarrollo mejorado de la economía local, y avanzando gestiones para lograr efectos favorables sobre el medio ambiente y la calidad de vida de sus habitantes.(según el Departamento Nacional de Planeación), con una previsión de pasajeros al día de 902.400 según datos de su previsión de Diciembre de 2008 y su puesta en servicio operativo desde Marzo de 2009.(Fig.6)



improvement of the urban environment through prevention, mitigation and adaptation to climate change. Biodiversity and ecosystem services are managed by measuring sectorial indicators. (Fig.1) Despite of its size, Colombia accommodates 10% of the planet's biodiversity and the Valle del Cauca represents a unique heritage within the country's global wealth. Unfortunately, from the beginning of the twentieth century, environmental problems have appeared associated with erosion, deforestation, air pollution and water and biodiversity degradation.

In many developing countries, the health risks linked to transport have not yet received priority attention, or have failed to stimulate joint political action for health, the environment, and transport in general (WHO, 2009).

The municipality of Santiago de Cali, despite having one of the highest population densities in the country had its rapid growth in recent years has not been able to accommodate its transport system to the needs of its population. (Fig.2)

This issue has generated mobility problems that have had negative consequences on the quality of life of its

Fig. 3. Modelo de Ordenamiento. Alcaldía Santiago de Cali. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Plan de Ordenación Territorial-POT 2014.

IUrban Plan. Source: Alcaldía Santiago de Cali. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Plan de Ordenación Territorial-POT 2014.

Fig. 4. Area de densificación espontánea y autoconstrucción en terrenos ocupados por el futuro Corredor Verde. Santiago de Cali.2015.

Spontaneous populated area and self-construction in occupied areas by the Green Corridor. Santiago de Cali.2015.

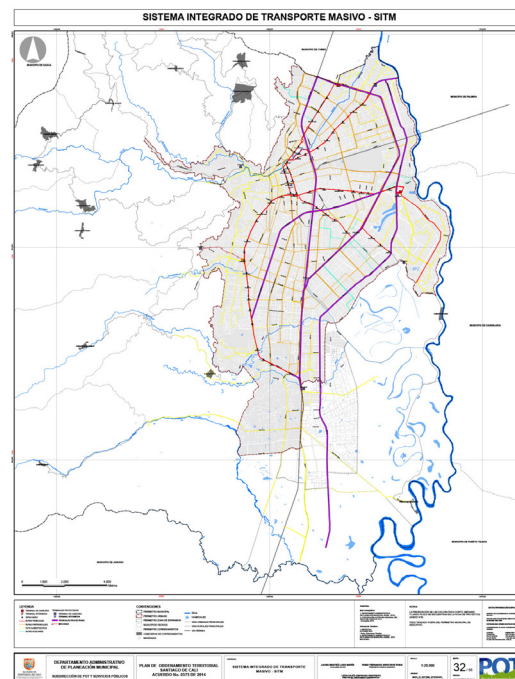


Fig. 5. Sistema Integrado de Transporte Masivo.Alcaldía Santiago de Cali. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Plan de Ordenación Territorial-POT 2014.

Integrated Transport System . Source: Alcaldía Santiago de Cali. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Plan de Ordenación Territorial-POT 2014.

Con dicho sistema se ha perseguido el objetivo de Mejoramiento ambiental: al reducir el 39% de las emisiones de monóxido de carbono, el 32% de las emisiones de óxido de nitrógeno y el 8% de la emisión de compuestos volátiles⁽¹⁾.

El proyecto consiste en construir y poner en operación un prototipo de motor eléctrico lineal de imanes permanentes en disposición Halbach que tendrá la potencia necesaria para ser utilizado como transporte público en zonas urbanas, de emisiones cero.

Fig. 6. Estación peatonal del sistema troncal de transporte MIO (Sistema Integrado de Transporte Masivo) para autobuses articulados de tracción mecánica. Santiago de Cali. 2015.

Estación peatonal del sistema troncal de transporte MIO (Sistema Integrado de Transporte Masivo) para autobuses articulados de tracción mecánica. Santiago de Cali. 2015.



Para todo ello será posible desarrollar con la tecnología del motor lineal un transporte urbano prestando el mismo servicio pero con vehículos que no utilicen combustibles fósiles y que no emitan gases de efecto invernadero. Al mismo tiempo, se seguirá una metodología para el diseño, dimensionado y simulación por elementos finitos de la estructura de soporte del motor lineal, para determinar la resistencia mecánica a los esfuerzos electromagnéticos, se diseñará la obra civil de la pista por la cual se va a desplazar el motor diseñado y construido, siguiendo parámetros de calidad y eficiencia, y finalmente se efectuará la medición de los empujes desarrollados por el prototipo para validar los diseños y simulaciones realizadas.

En la literatura científica existen varias referencias relacionadas con la utilización de motores lineales aplicados al transporte urbano, pero en ninguno de ellos se aplican los motores lineales con imanes permanentes en configuración Halbach como se propone en este proyecto de investigación.

Para ello se está contemplando implementar el desarrollo de una investigación para el estudio del comportamiento dinámico y electromagnético del motor lineal sincrónico de imanes permanentes sometido a fuerzas electromagnéticas de empuje y atracción que se presentan con el desplazamiento del deslizador sobre el estator.

La novedad de esta investigación es la composición del motor lineal, ya que no hay motores homólogos para transporte de personas y/o carga con imanes permanentes como componentes básicos para generar el movimiento, es por esto que se postula como una gran alternativa para el reemplazo de medios de transporte que generan contaminación y son altamente contaminantes y su estudio en el campo dinámico y electromagnético es una prioridad para la comunidad científica.

El sector transporte, tomado en su totalidad, es decir, incluyendo a los sub-sectores de automoción, aviación y transporte marítimo, es responsable del 23% de las emisiones globales de CO₂ relacionadas con el campo de la energía. Son la segunda causa de emisiones después de la generación eléctrica⁽²⁾. Tres cuartas partes de esas emisiones proceden, además, del transporte rodado.

inhabitantes, such as longest commute times, higher gas emissions, higher levels of accidents and inefficiency in the use of the existing road infrastructure. Furthermore, Cali is a monocentric city, since its government, commerce, services and industry, which generates about 60% of the commutes, are located within the city centre. This issue has not been taken into when designing the public transport system. It must be mentioned that this service is provided private companies. (Fig. 3)

Cali's Green Corridor follows a north-south longitudinal axis that links the urban nodes of Cali, Yumbo, and Jamundi population, will assume his role of Interregional Mass Transit and main element of public space. It will be an equipment space, an urban element which boosts both economy and vulnerable sectors which traditionally are disconnected from the city. Similarly, this space must remove spontaneous densification processes which have significantly damaged the quality of environmental space in urban areas in periphery with lack of transport and mobility. Thus, the Green Corridor will be part of a strategic project which provides a solution to the challenge of mobility of one of the most important urban elements within the regional structure of the region in which the Valle del Cauca is located. According to its layout it will support different focus of centrality and economic growth in the city within the concept of public space with environmental quality. This project recovers both natural wealth of its regional location from different territorial levels and dense residential areas. (Fig.4). It is necessary to consolidate, through a new system of mobility, the current mode of public transport WMI (Western Mass Integrated), and develop it through a regional expansion with a studied network. It must be considered environmental balance and preserved the regional quality out of pollution from traditional transport technologies and definitively resolving conflict areas of difficult integration such as the so called Gallery Santa Elena.

The project would reuse 16 kilometres of the old railway line across Cali, 100 meters wide, from Avenida 4 Norte, the calles 25 and 26 and Avenida Simon Bolivar, to develop a new pollution-free transport system.

Since 1990, when the "Plan Vial de Tránsito y Transporte" was approved the city of Cali has been conceived to develop a system of integrated and sustainable urban transport. Culminating with the MIO BRT Project (Fig.5) which aims to provide a unified requirements to rising passenger mobility solution in the city and its immediate area of influence, promoting improved local economic development, and advancing efforts to achieve effects favourable environmental and quality of life of its inhabitants. (According to the National Planning Department), with a forecast of 902 400 passengers a day According to its forecast of December 2008 and put into operational service since March 2009. (Fig.6)

With this system has pursued the goal of Greening: to reduce 39% of carbon monoxide emissions, 32% of nitrogen oxide emissions and 8% of the emission of volatile compounds.⁽¹⁾

The project consists of constructing and operating a prototype of Halbach magnet array linear motors that have the capability to be used as public transport in urban areas, zero-emission power.

For all that will be developed with linear motor technology urban transport providing the same service but with vehicles that do not use fossil fuels that emit greenhouse gases. At the same time, a methodology for the design, dimensioning and finite element simulation of the structure of the linear motor carrier shall continue to determine the

De acuerdo a la política energética de la UE para los próximos años, para el año 2020 las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se deberán reducir en un 20% respecto a las medidas en 2002⁽²⁾; en este contexto, se considera la electrificación del transporte como una de las principales líneas de actuación a considerar. Existe un interés constante en promover avances tecnológicos de aplicación al transporte público que proporcionen a los usuarios un medio de transporte seguro, eficiente, limpio, no ruidoso, económico y fiable.

El vehículo eléctrico (VE) o el vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV siglas en inglés) juega un papel fundamental, no sólo por sus ventajas en cuanto a eficiencia (un motor de combustión se sitúa alrededor del 20% frente al 80 o 90% del motor eléctrico), o por su funcionamiento silencioso (el 75 % del ruido que se percibe en las ciudades procede del tráfico rodado), o por su capacidad para reducir las emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos, sino también por el elevado potencial de integración a partir de fuentes renovables con el que cuenta el sector eléctrico^(3,4). Los vehículos eléctricos, además no emiten malos olores y no contaminan la calzada ni producen líquidos residuales.

Habitualmente los vehículos eléctricos se alimentan mediante la energía almacenada en unos acumuladores; esto conlleva una serie de inconvenientes como son los medioambientales, económicos, restricciones en la autonomía del vehículo o el aumento del peso y volumen que el vehículo ha de reservar para alojar las baterías. Es por lo tanto un elemento a evitar. Los sistemas de transporte con motores lineales (MLs) se alimentan con una tensión alterna trifásica aplicada convenientemente a las bobinas estáticas que en MLs de estator largo se distribuyen en los raíles que fijan el recorrido del vehículo.

El sistema de propulsión con motor eléctrico lineal solo precisa del vínculo electromagnético entre los dispositivos móviles y fijos, eliminándose así la necesidad de un sistema de transmisión para convertir el movimiento rotativo en lineal, con las ventajas que esto conlleva como la reducción de los esfuerzos de adherencia por las ruedas motrices o la reducción de las necesidades de mantenimiento. De acuerdo a estas ideas, se propone la creación de un nuevo sistema de propulsión de autobús urbano que emplee un motor eléctrico síncrono lineal de imanes permanentes (MLSIP).

Se ha trabajado en el diseño del deslizador del motor elegido para la propulsión del autobús eléctrico; seleccionando el motor lineal de entre las topologías existentes para después mejorar sus características de modo que ofrezca una serie de ventajas frente a los propulsores montados en los autobuses públicos actuales. El mayor aprovechamiento de la energía, la capacidad de alcanzar velocidades superiores, un aumento en el confort de la marcha y un compromiso con el medio ambiente son sus principales argumentos. El inconveniente fundamental de los MLSIPs es la elevada fuerza de atracción entre el primario y el deslizador de imanes, que incrementa la masa específica global del conjunto. Además el rizado en la fuerza de empuje ha de ser minimizado, para garantizar el confort de la marcha.

También es destacable el incremento del uso de los motores lineales y en concreto de los PMLSM en máquinas herramientas como tornos y taladros, en el campo de la recreación y en usos militares. Como ejemplo, el ministerio de defensa de España ha adquirido los nuevos Vehículos Aéreos no Tripulados (UAV por su sigla del inglés " Unmanned Aerial Vehicles") que tendrán un uso táctico y servirán para incrementar la protección de las fuerzas

mechanical resistance to electromagnetic efforts, the civil work of the track will be designed by which you go designed to move the engine and built following quality parameters and efficiency, and finally measuring the thrust developed by the prototype to validate designs and simulations performed it shall be made.

In the existing scientific literature there are several references to the use of use of linear motors in public transport, but none of Halbach magnet array linear motors as this research proposes.

In order to achieve this purpose, the implementation of a research project is being considered to study the dynamic and electromagnetic behavior of the synchronous permanent magnet linear motor under electromagnetic push and pull forces which occur with the displacement of the slider on the stator.

The originality of this research is the linear motor composition, since there are no counterpart motors for passengers transport and / or goods transport with permanent magnets as basic elements to generate movement. This is why it is postulated as a valid alternative for replacement of vehicles that generate contaminants and are highly polluting. Its study in the dynamic and electromagnetic field is a priority for the scientific community.

The transport sector, taken as a whole; i.e. including the sub-sectors of automotive, aviation and maritime transport, is responsible for 23% of the global CO2 emissions related to the energy field. They are the second leading cause of emissions after electricity generation⁽²⁾. Three quarters of those emissions also come from road transport.

According to EU energy policy for the coming years, by 2020, of greenhouse gases (GHG) emissions must be reduced by 20% compared to the measures in 2002⁽²⁾; in this context, it is considered the electrification of transport as one of the main priorities to carry out. There is a constant interest in promoting technological advances applicable to public transport users providing a mean of safe, efficient, clean, not noisy, economical and reliable transport.

The electric vehicle (EV) or plug-in hybrid electric vehicle (PHEV) plays a key role, not only because of its advantages in terms of efficiency (an internal combustion engine is around 20% compared to 80 or 90% electric) engine, or because of its silent operation (75% perceived noise in cities comes from road traffic), or because of its ability to reduce GHG emissions and air pollutants, but also by the high potential of integration from renewable sources that has the electricity sector^(3, 4). Electric vehicles do not emit odors; they do not pollute the road and they do not produce waste liquids.

Usually electric vehicles are powered by the energy stored in an accumulator; this entails a number of environmental or economic drawbacks, restrictions on the range of the vehicle or the increased weight and volume that the vehicle must maintain for the batteries to be placed. It is therefore an element to be avoided. Transport systems with linear motors (LMs) are powered with a three-phase AC voltage suitably applied to the stator coils which in MLs with long stator are distributed along the rails that attach the vehicle path.

The propulsion system with linear electric motor only requires the electromagnetic link between mobile and fixed devices, eliminating the need for a transmission system for transforming rotary motion into linear, with the advantages this entails as reducing adherence efforts by the drive

en zonas de operaciones y a los cuales se les puede desarrollar un sistema de lanzamiento mediante motores lineales como los utilizados en los porta-aviones de última generación.^(5, 6)

En el desarrollo del sistema de motor lineal como sistema de transporte se han completado una serie de pasos como lo son:

- Selección de la topología del motor lineal más apropiado como sistema de tracción de un autobús eléctrico.
- Diseño inicial de un modelo del motor lineal a partir de un motor rotativo de potencia equivalente mediante una herramienta de Elementos Finitos.
- Mejora de las características del motor desarrollado:
 - Incremento de la fuerza de empuje en relación al volumen del deslizador mediante el uso de la topología Halbach
 - Estudio de técnicas de reducción del rizado de la fuerza de empuje que no afecten a su valor medio para diferentes grados de carga del motor.
 - Análisis de la fuerza normal en relación al empuje y entrehierro requerido
- Validación de los modelos desarrollados mediante la comparación de los resultados con los obtenidos en modelos desarrollados por otros autores y por ensayos experimentales. (Fig.7)

En esas aplicaciones donde se requiere un movimiento rectilíneo, lo más eficiente es tener un motor que realice éste tipo de movimiento en forma directa y no por medio de mecanismos de adaptación y éste tipo de motor es el motor lineal, cuyo nombre se deriva del tipo de movimiento que realiza que es rectilíneo o lineal y no circular.

Las ventajas principales que presentan los motores lineales respecto a los rotativos se basan en que la transmisión de la fuerza se realiza ahora directamente por el campo magnético. Todo ello proporciona una serie de ventajas en aplicaciones de transporte sobre los accionamientos tradicionales basados en transmisiones mecánicas:

- Mayores valores de velocidad, pudiendo llegar hasta 300 m/min.
- Mayores valores de aceleración, lo que en muchas aplicaciones es más importante que el valor de la velocidad máxima.
- Mayor ancho de banda del sistema de accionamiento,

wheels or reducing maintenance requirements. According to these ideas, the creation of a new propulsion system urban bus employing a linear electric motor synchronous with permanent magnets (PMLSM) is proposed.

The design of the slipper of the engine has been developed and chosen for the propulsion electric bus. It has been selected the linear motor from existing typologies and then improve its characteristics so that it offers a number of advantages over proponents mounted on existing public buses. The largest use of energy, the ability to achieve higher speeds, an increase in ride comfort and a commitment to the environment are their main arguments. The main drawback of PMLSMs is the high force of attraction between the primary and the slider magnets, which increases the overall specific mass of the assembly. Besides, the ripple in the pushing force must be minimized to ensure ride comfort.

It is important to note that the increased use of linear motors and specifically of PMLSM in machine tools such as lathes and drills in the field of recreation and military applications. As an example, Spain's Defense Ministry has acquired new Unmanned Aerial Vehicles (UAV) that will have a tactical use and will serve to increase the protection of forces in areas of operations and which they can develop a launch system using linear motors such as those used in aircrafts applying the latest technology.^(5, 6)

In developing the linear motor system as a transport system it has been completed several steps such as:

- Selecting the most appropriate type of linear motor and drive system of an electric bus.
- Previous design of a model of the linear motor from a rotary engine of equivalent power using a finite element tool.
- Improvement in the characteristics of the developed motor:
 - Increase in the thrust force considering the volume of the slider by using Halbach topology.
 - Study of mitigation techniques of the ripple of thrust force that do not affect its mean value for different grades of engine load.
 - Analysis of the normal force in relation to the drive and gap required
- Validation of the models developed by comparing the results with those obtained in models developed by other authors and experiments (Fig.7)

In those applications where a linear motion is required,

Fig. 7. Prototipos de pruebas de la configuración Halbach como base del motor lineal de imanes permanentes, realizadas en la Universidad Autónoma de Occidente de Cali (Colombia). Departamento de Energética y Mecánica.

Halbach configuration prototype tests as the basis of linear permanent magnet motor, made in the Universidad Autónoma de Occidente in Cali (Colombia). Department of Energy and Mechanics.



mejorando la rapidez y la calidad de respuesta del eje.

- El sistema es más preciso cuando se desplaza a altas velocidades, por lo que la calidad de la interpolación así como la velocidad y precisión en aplicaciones de contorno se incrementan notablemente.
- Reducción de los niveles de vibración y del ruido sin comprometer el grado de prestaciones.
- Mayor fiabilidad porque hay menos desgaste (la aceleración y el frenado no dependen de la fricción).
- No dependen de la fricción para salvar pendientes, es decir, pueden aplicarse para cualquier pendiente, incluida la posición vertical.
- En aplicaciones de transporte, eliminan la necesidad de tener una alimentación para la propulsión y control del vehículo, por lo que el vehículo puede ser pasivo.

A pesar de todo, en aplicaciones de transporte, el uso de motores lineales presenta una serie de inconvenientes⁽⁷⁾:

- Necesidad de disipación del calor que se genera, por lo que es necesario disponer de sistemas de refrigeración más complejos que el sistema de ventilador utilizado en motores rotativos.
- La presencia de fuerzas normales al movimiento de la máquina, que en motores rotativos debido a la simetría coaxial se anulan unos con otros. Se trata de fuerzas atractivas que causan esfuerzos en la estructura, así como fuerzas de rozamiento en los sistemas de guiado y rodamientos, mayores desgastes, más ruido acústico y posibles vibraciones.

Parámetros	Motor rotativo	Motor Lineal
Velocidad de avance	Menor (transmisión indirecta del movimiento)	Mayor (transmisión directa del movimiento)
Potencia de arranque	Menor (menor capacidad de potencia)	Mayor (mayor capacidad de potencia al desarrollar más velocidad en menos tiempo)
Precisión	Menor (no acoplamiento directo)	Mayor (acoplamiento directo)
Costes de mantenimiento	Mayores (movimiento rotativo)	Menores (movimiento lineal)
Peso	Mayor (peor relación potencia/ peso)	Menor (mejor relación potencia peso)
Ruidos/ vibraciones	Menores (no existen fuerzas normales)	Mayores (existencia de fuerzas normales)
Calentamiento	Menor (sistema de convección forzada sencillos)	Mayor (sistemas de refrigeración más complejos)
Coste	Menor	Mayor

Tabla 1. Comparación de parámetros de un MLSIP con Motor Rotativo.

Con el nuevo modelo de sistema de transporte para la ciudad de Cali se persigue implantar una innovación tecnológica que permita asegurar el uso de la energía de manera eficiente, recortando de forma sustancial los costes de funcionamiento además de cumplir con las exigencias sostenibles para el medio ambiente.

it is more efficient to have an engine that make this type of movement directly and not through adaptation mechanisms and that type of engine is the linear motor, its name is resulting from the type performing motion which is straight or linear, not circular.

The main advantages offered by the linear motors over the rotary ones are related to the transmission of forces which are now performed directly by the magnetic field. This provides a number of advantages in transport applications over traditional drives based on mechanical transmission:

- Higher speed values which can reach up to 300 m/ min.
- Higher values of acceleration, which in many applications is more important than the value of the maximum speed.
- Higher bandwidth of the drive system, improving speed and quality of response of the axis.
- The system is more accurate when moving at high speeds, so that the quality of the interpolation and the speed and precision contouring applications are highly increased.
- Reduced levels of vibration and noise without compromising performance levels.
- Greater reliability because there is less wear (acceleration and braking not depend on friction).
- They do not depend on friction to climb, i.e. they can be applied to any slope, including vertical position.
- In transportation applications, eliminating the need for a power for propulsion and control of the vehicle, so the vehicle can be passive.

Nevertheless, in transport applications, the use of linear motors has several of drawbacks⁽⁷⁾:

- Need for dissipation of heat generated, so it is necessary to have more complex cooling systems than the fan system used in rotary engines.
- The presence of normal forces to the movement of the machine, which in rotary engines, because of the coaxial symmetry, are annulled with each other. They are attractive forces that cause stresses in the structure, friction forces in the bearings and guidance systems, greater wear, more acoustic noise and possible vibrations.

Parameters	Rotary motor	Lineal motor
Feed rate	Lower (indirect transmission of the movement)	Higher (direct transmission of the movement)
Cranking power	Lower (lower power capacity)	Higer (higer power when developing more speed in less time)
Precision	Lower (no direct coupling)	Higher (direct coupling)
Maintenance costs	Higher (rotary movement)	Lower (linear movement)
Weight	Higher (worse relationship power/ weight)	Lower (better relationship power/ weight)
Noise / vibrations	Lower (there are nor normal forces)	Higher (there are normal forces)
Heating	Lower (simple system of forced convection)	Higher (more complex cooling systems)

Parameters	Rotary motor	Lineal motor
Cost	Lower	Higher

Table 2. Comparison of parameters of a LMSPM with rotary engine

With the new model transport system for the city of Cali it is aimed to implement a technological innovation to ensure the efficient use of energy, highly reducing the operating costs in addition to meet the requirements for a sustainable environment.

REFERENCES / REFERENCIAS

1. Echeverry, Juan Carlos, Ibáñez, Ana María y Hillón, Luis Carlos "The Economics of TransMilenio, A Mass Transit System for Bogotá".Departamento Nacional de Plantación, Documento CONPES 3166 .2002, "Sistema Integrado de Transporte Masivo de pasajeros para Santiago de Cali - Seguimiento", Mayo 23.) (Universidad de los Andes, Facultad de Economía, Documento CEDE No. 28 .2004
2. Zapater E. La seguridad energética de la unión europea en el contexto de la nueva política energética y el tratado de Lisboa. La energía del siglo xxi: perspectivas europeas y tendencias globales pp. 49. 2009.
3. Movilidad sostenible y vehículos eléctricos [movilidad eléctrica - idae. http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_movilidad_electrica_acc_c603f868.pdf. 2012
4. v. proyecto. . Memoria técnica proyecto verde. <http://cenitverde.es/noticias/presentacion-del-proyecto-verde-en-la-iv-conferencia-europea-2011> cthe-european-framework-programmes-from-economic-recovery-to-sustainability <http://www.cenitverde.es/>
5. Ministerio de defensa de España http://www.mde.es/notasprensa?accion=1&id_nodo=4072&id_notas=1605/
6. Defense industry daily <http://www.defenseindustrydaily.com/6m-for-engineeringchanges-to-future-emals-carrier-catapult-designs-02046/>
7. L. Massagues Vidal. Aportaciones al estudio de los motores de inducción magneto hidrodinámica 2001.

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. Latorre Estrada, Emilio, Silva Scarpetta,Alberto. 60 años construyendo el futuro de la región. CVC-Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Ed. Universidad Autonoma de Occidente.Colombia
2. A linear synchronous motor for urban transit using rare earth magnets, Slemon, G.R. IEEE Transactions on Magnetics, 1978
3. Linear homopolar synchronous motor for urban transit application, Slemon, G.R, Canadian Electrical Engineering Journal,1982
4. Elements of linear induction motor design for urban transit, Nonaka,S, IEEE Transactions on Magnetics,1987
5. Experimental research of linear induction motor for urban mass transit, Zhang Ruihua, International Conference on Eletrical Machines and Systems (ICEMS),2010
6. Modeling of a Complementary and Modular Linear Flux Qitching Permanent Magnet Motor for Urban Rail Transit Applications, Ruiwu Cao, IEEE Transactions on Energy Conversion,2012

Integración arquitectónica de colectores solares térmicos cerámicos para clima mediterráneo

Architectural integration of energy solar collectors made with ceramic materials and suitable for the mediterranean climate

Jordi Roviras Miñana¹, Vicente Sarrablo Moreno¹

ABSTRACT

This paper aims to demonstrate the architectural, technical and energy feasibility of Solar Thermal Collectors (STC) made with ceramic materials and appropriate to the Mediterranean climate. The importance of energy consumption in relation to environmental problems and the depletion of natural resources has increased considerably the energy capture by renewable sources. The solar energy is perhaps the most prominent and is under study in this research. The main aim of this work is to promote the application of solar thermal energy for domestic hot water (DHW) and heating in buildings in a coherent way with the climate and integrated in the skin of the buildings form (Façades and roofs).

The paper will illustrate the state of knowledge of the existing Solar Thermal Collectors currently in the building market, and detected two important aspects: Conventional STC significant limitations in its architectural integration (façades and roofs), and their energy performance and their operating temperatures are not consistent with the most areas with temperate climates.

The paper will illustrate the state of knowledge of the existing Solar Thermal Collectors (STC) currently in the building market, and detected two important aspects and the assumptions underlying this work: First, conventional systems of STC significant limitations in its architectural integration (façades and roofs), and second, their energy performance and their operating temperatures are not consistent with the with the most areas with temperate climates, specially the Mediterranean climate. Besides conventional and commercialized systems, discusses some experimental systems or under investigation (some patents too) noted for their clear intention to respond to the two aspects discussed.

From previous evaluations we extracted the viability conditions (technical and architectonic) necessary for the new STC, we design a general model proposal contemplates that such requirements and some prototypes have been built in order to perform a laboratory tests. These tests have allowed us to study and define specific and technical parameters such as: the influence of ceramics in efficiency, the thickness of the trap infrared, the thickness of the inner chamber to circulate the heat transfer fluid and the configuration of the circuit, select the most suitable type of adhesive, verify the behavior of the ceramic panel by expansion tests, pressure and sealing and finally characterize the energy performance of the new ceramic collector.

All this set of designs and tests, among other studies, have permitted to define a particular case proposal consists mainly the development of a ceramic envelope formed by solar collector panels with ceramic materials and glass cover with no collector ceramic panels without glass. At the same time, the definition of their respective construction system for façades is achieved that the envelope meets with dual functionality: constructive and energy. Thus, the new solar envelope is part of the building enclosure and is also able to capture the sun's energy and use it to heat water and/or heating.

Of particular case have constructed a set of prototypes, sensors and no sensors, which subsequently is used for the construction of a prototype facade and perform a field trial, in order to verify the adequacy of structural and constructive system. The test results demonstrate the feasibility of the system in terms of structural and architectural construction. Furthermore, the collectors of the facade panels have been connected to prototype devices have validated experimental energy yields previously obtained in the laboratory.

Key words: Building Integrated solar collector, ceramic solar collectors, Architectural integration, Mediterranean climate, ceramic materials.

(1) Universitat Internacional de Catalunya E: jroviras@uic.es

Introducción

De los sistemas actuales de captación solar térmica (de aquí en adelante CST) para edificación es importante destacar dos aspectos: que la mayoría de ellos han sido diseñados mayoritariamente por equipos de ingenieros, faltando la figura del arquitecto en el equipo, y matizando que ambos conjuntamente conseguirían grandes resultados en este ámbito; y que la mayoría de los sistemas de CST, han sido diseñados para conseguir un máximo rendimiento con la mínima superficie posible y con pocas horas de radiación solar al día.

En este trabajo de investigación⁽¹⁾ se han analizado y valorado en profundidad los sistemas actuales de CST, sus componentes y su grado de integración, para luego definir con mayor precisión las condiciones de viabilidad necesarias para conseguir el objetivo principal de este trabajo: validar la viabilidad de un sistema captador solar térmico realizado principalmente con materiales cerámicos, integrado arquitectónicamente formando parte de la misma envolvente del edificio y adecuado al clima mediterráneo o similar.

Del estado del conocimiento realizado se han detectado los siguientes aspectos y definido, por tanto, los respectivos requerimientos para el diseño del nuevo CST:

1. El sector de la energía solar térmica presenta escasos sistemas captadores capaces de integrarse arquitectónicamente. En parte, ello es debido a que la mayoría de colectores han sido concebidos y diseñados sólo bajo parámetros de eficiencia, sin tener en cuenta el lugar o la composición arquitectónica en los que van a ser instalados. Algunos de los fabricantes presentan incluso una incorrecta interpretación del concepto integración, entendiéndolo simplemente como un elemento que va enrasado con el resto de la envolvente del edificio, mientras que los arquitectos entendemos que integrado es aquel sistema que es capaz de inhibirse estéticamente o que destaca con igual intensidad que el resto de los componentes de la fachada y/o cubierta.

Se determina, entonces, que se precisa un sistema CST que sea capaz de inhibirse estéticamente o destacar en igual intensidad que el resto de elementos de una fachada o cubierta. También es importante que el nuevo sistema captador ofrezca capacidad de juego combinatorio con el resto del cerramiento y presente variedad de acabados. La cerámica en este aspecto puede tomar un papel relevante y muy adecuado. Es necesario que el nuevo sistema captador cumpla una doble funcionalidad: energética y constructiva. En términos constructivos, el sistema captador tiene que formar parte de la propia envolvente del edificio (fachada y/o cubierta) y garantizar, como mínimo, las mismas propiedades que el cerramiento tradicional al que sustituye.

2. La mayoría de los sistemas de CST estudiados trabajan con mínimas superficies y grandes temperaturas de trabajo, siendo éstas excesivas para zonas con clima mediterráneo, en el que la radiación solar es abundante y constante a lo largo de todo el año. En términos de mantenimiento es importante destacar que la mayoría de los sistemas de CST presentan un elevado coste debido principalmente a los altos rendimientos y a las altas temperaturas de trabajo.

Con la integración del sistema captador en la

Introduction

Current solar thermal systems (hereinafter STC) for construction is important to emphasize two aspects: that most of them have been largely designed by teams of engineers, missing the figure of the architect on the team, and clarifying that both together they would get great results in this area; and most STC systems have been designed for maximum performance with minimal surface with few hours of sunlight a day.

In this research⁽¹⁾ has been analyzed and assessed in depth the current systems of STC, its components and their degree of integration, then define more precisely the conditions of viability needed to achieve the main objective of this work: to validate the feasibility of a solar thermal collector system made mainly with ceramics, architecturally integrated part of the same building envelope and suitable mediterranean climate or similar.

The state of knowledge have made the following detected and defined, therefore the respective requirements for the design of the new STC:

1. The field of solar thermal collectors has few systems capable of architecturally integrated. In part, this is because the majority of collectors have been conceived and designed only under efficiency parameters, regardless of the place or architectural composition which are to be installed. Some manufacturers have even an incorrect interpretation of the integration concept, understood simply as an element that is screed with the rest of the building envelope, while architects understand that is one integrated system that is able to be inhibited or aesthetically stands out same intensity as the remaining components of the facade and roof.

Is determined, then, a STC system capable of aesthetically inhibited or highlight in the same intensity as other elements of a facade or cover is needed It is also important that the new sensor system provides ability to combinatorial game with the rest of the enclosure and this variety of finishes. The ceramic in this area can take a relevant and very appropriate paper. It is necessary that the new collector system meets the dual functionality: constructive and energy. In terms of construction, the collector system has to be part of the building envelope itself (facade and roof) and to guarantee at least the same properties as the traditional external wall coverings it replaces.

2. Most of the systems studied STC work with minimal surfaces and large temperatures, these being excessive for areas with Mediterranean climate, where the sunlight is abundant and constant throughout the year. In terms of maintenance it is important to note that most systems have a high cost CST mainly due to high yields and high temperatures.

With the integrating of the collector system in the building envelope, any part of the facade can be collector surface. Therefore, it has large surfaces which enable the opportunity to work at lower temperatures than the temperatures of conventional systems. Responding to this aspect, it is sufficient and adequate to the Mediterranean climate or other similar climate, designing a system for working temperatures between 30 and 60°C, since its architectural integration would be placed in larger areas than conventional systems.

3. STC systems marketed, have a high final cost due to

envolvente del edificio (fachada y/o cubierta), cualquier parte de la fachada puede ser captadora. Por tanto, se dispone de grandes superficies que posibilitan la oportunidad de trabajar a temperaturas más bajas que las de los sistemas convencionales. Respondiendo a este aspecto, es suficiente y adecuado al clima mediterráneo u otro clima similar, diseñar un sistema que obtenga unas temperaturas de trabajo comprendidas entre los 30 y 60°C, puesto que su integración arquitectónica permitiría ser colocado en superficies mayores que las de los sistemas convencionales.

3. Los sistemas de CST comercializados, presentan un coste final elevado debido al uso excesivo de chapas y/o conductos metálicos como el cobre, el acero inoxidable, el aluminio o las chapas metálicas con recubrimientos especiales. Además, la mayoría de sistemas comercializados requieren de estructuras auxiliares para su instalación, generalmente metálicas, que aumentan considerablemente su coste final.

Se requiere un sistema que sea económicamente viable para el usuario, por tanto, se debe evitar el uso de chapas, recubrimientos especiales y/o conductos metálicos. Es necesario, entonces, diseñar un CST formado por materiales más económicos que reduzcan al máximo el coste final del producto. En este sentido, la cerámica es un material que hoy en día podría sustituir a los metales en estas aplicaciones. Además, este nuevo sistema tiene que ser capaz de ser instalado en fachada y/o cubierta sin la necesidad de recurrir a una subestructura auxiliar, aprovechando la propia subestructura de la envolvente del edificio.

4. Los procesos de instalación de los sistemas comercializados son lentos y requieren de mano de obra cualificada y especializada en el montaje de este tipo de instalaciones solares. La mayoría de fabricantes presentan soluciones de conexionado complejas y lentas de ejecutar. Solamente algunos pocos fabricantes como *Viessman* o *Junkers*, ofrecen sistemas de conexionado sencillos resueltos mediante tubo flexible de acero inoxidable con encajes estancos.

Se precisa un sistema constructivo que simplifique el replanteo en obra, que garantice una ejecución segura, rápida y sencilla y que favorezca los rendimientos de ejecución y, por tanto, minimice el coste final. Además, el sistema debe permitir una fácil sustitución o extracción de las piezas en caso de rotura o avería y, la posibilidad de regular fácilmente la planeidad de la subestructura y de la pieza. Por otro lado, el proceso de conexionado debe ser fácil, seguro y que no requiera de mano de obra especializada. Los trabajos de conexionado deberían ser realizados siempre desde el interior y evitar la presencia del fontanero en fachada.

5. Los sistemas de CST convencionales utilizan en su parte posterior aislantes térmicos que generalmente son de poro abierto tipo lana de roca. Dichos aislantes, resistentes a las altas temperaturas y de coste reducido, presentan el inconveniente de poseer un alto grado de absorción de agua de forma que obliga al colector a proteger dicho material con una caja hermética⁽²⁾ (generalmente de aluminio o acero inoxidable) y a un sellado perfecto de todas las juntas, que aumenta considerablemente el precio del colector.

excessive use of plates and/or metal pipes such as copper, stainless steel, aluminum or metal sheets with special coatings. In addition, most available systems require auxiliary structures for installation, usually metal, which greatly increase its final cost.

A system that is economically viable for the user, therefore, you should avoid the use of plates, special coatings and / or metal conduit is required. It is necessary, therefore, to design a STC formed by cheaper materials that minimize the final product cost. In this regard, the ceramic is a material which nowadays could replace metals in these applications. In addition, this new system must be able to be installed on the façade or roof without the need for an auxiliary substructure, using the substructure own the building envelope.

4. The installation process of the available systems are slow and require skilled and specialized in the installation of such solar systems work. Most manufacturers have solutions to execute complex and slow connections. Only a few manufacturers such as *Junkers* or *Viessmann* offer simple connection systems solved by stainless steel tubing with tight lace.

A construction system that simplifies stakeout in work to ensure a safe, fast and simple implementation and to promote implementation yields and therefore minimize the final cost is required. Furthermore, the system should allow easy replacement or removal of the parts in case of breakage or damage and the ability to easily adjust the flatness of the substructure and the workpiece. On the other hand, the connection process should be easy, safe and does not require skilled labor. The wiring work should always be performed from inside and avoid the presence of the plumber on the façade.

5. CST conventional systems used in their rear thermal insulation which are generally open-pore type of rock wool. That insulating, high temperature resistant and low cost, have the disadvantage of possessing a high degree of water absorption so that forces the collector to protect the material with a sealed casing⁽²⁾ (usually of aluminum or stainless steel) and an perfect sealing of all joints, which significantly increases the price of the collector.

Is necessary to work with rigid panel insulation materials, closed pore (waterproof) and high service temperatures. An insulating panel of this nature would stiffen the element and avoid the instalation of metallic vox on each sensor that would be more expensive.

Proposal for new stc

From the above conclusions, we start to explore opportunities to design and formal setting new collector panel with ceramic materials, not based solely on energy efficiency but also in the architectural integration.

Ceramic surround system consists of two main elements is then set: a ceramic sensor panel with glass cover and a ceramic no sensor panel without glass (Figure 1). Architecturally, an interesting combination of glossy surfaces (collector panels) with no shiny surfaces (panels not collectors), which also allows you to find a certain compositional play with existing bright or reflective surfaces in a building as windows, skylights, etc.

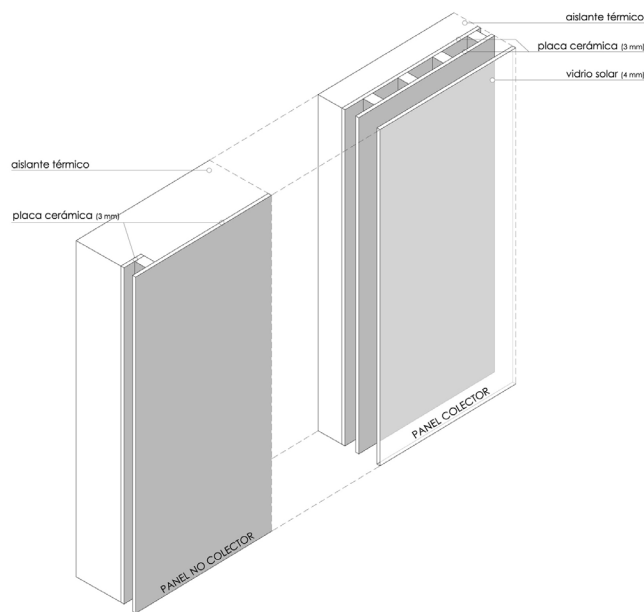
Es necesario trabajar con materiales aislantes de panel rígido, de poro cerrado (impermeables al agua) y con altas temperaturas de servicio. Un panel aislante de estas características permitiría conferir rigidez al elemento y evitaría la colocación de la caja metálica en cada captador que resultaría más cara.

Propuesta de nuevo CST

A partir de las conclusiones anteriores, se empiezan a estudiar distintas posibilidades de diseño y la configuración formal del nuevo panel colector con materiales cerámicos, no basándonos exclusivamente en la eficiencia energética sino también en la integración arquitectónica.

Se establece entonces un sistema de envoltorio cerámico formado por dos elementos principales: un panel captador cerámico con cubierta de vidrio y un panel no captador cerámico sin vidrio (Figura 1). Arquitectónicamente, se obtiene una interesante combinación de superficies brillantes (paneles captadores) con superficies no brillantes (paneles no captadores), que permite, además, encontrar un cierto juego compositivo con las superficies brillantes o reflectantes ya existentes en un edificio como las ventanas, cristaleras, lucernarios, etc.

Fig.1. Configuración del modelo general de panel colector y panel no colector (Roviras, J. 2013)



Los paneles quedan abiertos a dos tipos de formatos distintos: el menor de 1x1 m. y el mayor de 1x3 m. Se considera importante que ambos paneles, colector y no colector, puedan producirse en los dos formatos establecidos para aumentar de esa forma la versatilidad del sistema. El panel de mayor formato presenta una serie de ventajas que repercuten principalmente en una gran velocidad de montaje del sistema y en conseguir una ejecución con menores conexiones y juntas en la envoltorio. Por el contrario, los recambios serán más caros y se requerirá de medios auxiliares para su correcto manejo y colocación. Mientras que el formato pequeño, de fácil manipulación, permite adaptarnos con mayor facilidad a huecos de ventana o similar.

Una vez establecida la configuración general del nuevo CST, se realiza un primer bloque de ensayos basados principalmente en la elección material y sus espesores correspondientes. Se pretende, entonces, definir los

The panels are open two different formats: the lesser of 1x1 m. and the greatest of 1x3 m. It is considered important that both panels, collector and no collector, may occur in the two formats set to increase in this way the versatility of the system. The large-format panel has a number of advantages which mainly affect high speed mounting system and get a smaller version with connections and joints in the shell. Rather, the parts are more expensive and require auxiliary means for proper handling and positioning. While the small size, easy to handle, can adapt more easily to hollow window or similar.

Once the general configuration of the new SCT established, a first block mainly based on material choice tests and corresponding thicknesses are. The aim, then, define the thickness of the inner chambers (the trap infrared) and internal circuit for the passage of heat transfer liquid) and of the materials themselves that make the collector panel (absorber plate ceramics, thermal insulation and glass). Moreover, while it is analyzed by building small prototypes energy performance of the sensor and the mounting system and installation of the panels on the front.

Ceramics

Ceramics plays a fundamental role in the design of this system. It is therefore necessary to use a type of ceramic that is able to adapt to the technical, architectural and energy requirements of the project. It has been in the market a unique, innovative and very suitable product, called *Laminam*⁽³⁾. This is a porcelain ceramic 3 mm thick, with dimensions of 1x3 m. and it offers a variety of finishes and colors (up to 76 different surfaces). Because of its thin, it is a material that can be cut⁽⁴⁾ with ease and precision, besides presenting a very low weight (Figure 2).

To estimate the absorptance of the ceramic pieces used in the collectors have designed a simple test, consisting of placing pieces of different colors on a panel of thermal insulation (extruded polyurethane) 3 cm. thick, so it can be considered that the heat lost from the back of the pieces is depreciable. The colors of the pieces under consideration are: Black, green, dark blue, dark brown, light blue, light brown, beige and white.

The test consists of recording the temperature of the parts (T_p) exposed to solar radiation at various times a day. Also, the value of the ambient temperature (T_a) and the value of solar radiation (G_s) is scored. Subsequently, in order to have an idea of the color effect of the absorber on the collector efficiency they were obtained different characteristics theoretical curves constructed collectors each differently colored pieces (Figure 3). In it the enormous influence of color on the energy absorber collector performance is appreciated. We also noticed that there are four colors that would be suitable for manufacturing collectors to heat water for: black, green, dark blue and dark brown. The clear blue brown clear and remain in between, can be used as collectors in climatic zones with high solar radiation, such as would happen in an area with Mediterranean climate.

Glass

To improve performance of the ceramic manifold is necessary to work with a special glass (solar glass) high transmissivity due to its low content of Fe_2O_3 , widely used in commercially available sensors.

For safety, it is necessary to work with laminated glass⁽⁵⁾ of 4 mm (2 + 2 mm) to provide for the placement of the collectors on the facade.

espesores de las cámaras interiores (la trampa de infrarrojos y el circuito interno para el paso del líquido caloportador) y de los propios materiales que conforman el panel colector (placa absorbente cerámica, aislante térmico y vidrio). Además, al mismo tiempo, se analiza mediante la construcción de pequeños prototipos el rendimiento energético del captador y el sistema de fijación e instalación de los paneles en fachada.

La cerámica

La cerámica juega un papel fundamental en el diseño de este sistema. Para ello, es necesario utilizar un tipo de cerámica que sea capaz de adaptarse a las necesidades técnicas, arquitectónicas y energéticas del proyecto. Se ha encontrado en el mercado un producto único, innovador y muy adecuado, llamado *Laminam*⁽³⁾. Se trata de una cerámica porcelánica de 3 mm de espesor, con unas dimensiones de 1x3 m. y que ofrece una gran variedad de acabados y colores (hasta 76 superficies distintas). Debido a su poco espesor, es un material que permite ser cortado⁽⁴⁾ con mucha facilidad y precisión, además de presentar un peso muy reducido (Figura 2).

Para estimar la absorción de las piezas cerámicas utilizadas en los colectores se ha diseñado un ensayo sencillo, consistente en colocar piezas de diferentes colores sobre un panel de aislante térmico (poliuretano extrudido) de 3 cm. de espesor, por lo que puede considerarse que el calor perdido por la parte trasera de las piezas es depreciable. Los colores de las piezas objeto de estudio son los siguientes: Negro, verde, azul oscuro, marrón oscuro, azul claro, marrón claro, beige y blanco.

El ensayo consiste en registrar la temperatura de las piezas (T_p) expuestas a la radiación solar en varios momentos de un día. Así mismo, se anotó el valor de la temperatura ambiente (T_a) y el valor de la radiación solar incidente (G_s). Posteriormente, con el objeto de disponer de una idea del efecto del color del absorbente sobre el rendimiento del colector se han obtenido las distintas curvas de características teóricas de los colectores construidos con cada una de las piezas de distinto color (Figura 3). En ella se aprecia la enorme influencia del color del absorbente sobre el rendimiento energético del colector. También hay que destacar que hay cuatro colores que serían adecuados para fabricar colectores destinados a calentamiento de agua: negro, verde, azul oscuro y marrón oscuro. Los colores azul claro y marrón claro quedarían en una situación intermedia, pudiendo ser utilizados como colectores en zonas climáticas con alta radiación solar, como por ejemplo sucedería en una zona con clima mediterráneo.

El vidrio

Para mejorar el rendimiento del colector cerámico es necesario trabajar con un vidrio especial (vidrio solar) de elevada transmisividad debido a su bajo contenido en FE2O3, muy utilizado en los captadores comercializados.

Por seguridad, es necesario trabajar con vidrios laminados⁽⁵⁾ de 4 mm (2+2 mm) al prever la colocación de los colectores en fachada.

El adhesivo

Se han estudiado diferentes tipos de adhesivos que permitan unir la placa cerámica base con el absorbente también cerámico y este último con el vidrio. Por tanto tenemos dos tipos de uniones: cerámica-cerámica y cerámica vidrio.

Por un lado, el adhesivo empleado en la unión entre el vidrio y la cerámica deberá ser resistente a la radiación

The adhesive

We have studied different types of adhesives that unite the base with ceramic absorber also ceramic plate and the latter with glass. Therefore we have two types of bonds: ceramic-ceramic and glass-ceramic.

On the one hand, the adhesive used in the bonding between the glass and ceramics must be resistant to ultraviolet radiation, so that their benefits do not deteriorate with exposure to solar radiation and atmospheric agents. It must also withstand the shear stresses due to the weight of the glass sheet. Instead, the tensile stresses to which the adhesive will not be subjected too important but must endure continuously due to the difference in expansion between glass and ceramic absorber plate. In order to know the shear stresses which shall be subject to the adhesive material in this union it has done a simulation model that allows the calculation. To do this, it is considered that the adhesive layer has a thickness of 2 mm and a width of 20 mm.

Furthermore, the adhesive used as connecting element

Fig. 2. Placa y tiras de cerámica Laminam en la mesa de trabajo del laboratorio (ITC, 2011)

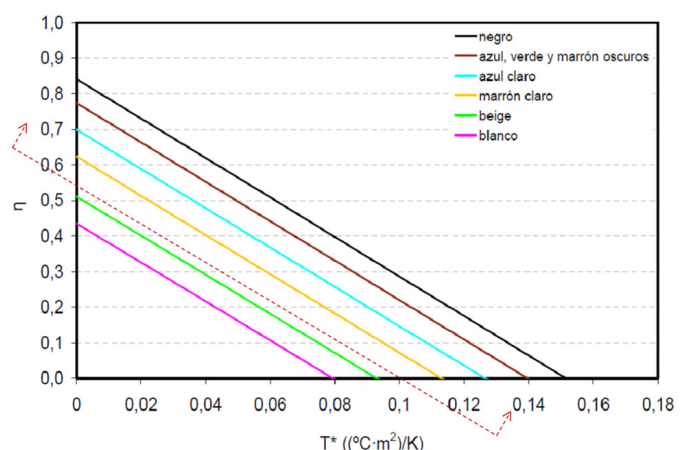


Fig. 3. Curvas características teóricas según el color de las piezas cerámicas (ITC, 2011).

between the absorber and the ceramic base plate should (ceramic-ceramic) be resistant to water and chlorine. It must also present a higher resistance to traction as defined in the cavity between the two ceramic plates and the partitions circulates water at a given pressure. Also, the temperature range in which the adhesive retains its properties should be within the range of the sensor, as sometimes can be achieved relatively high temperatures (up to 100°C). Adhesives supplied by companies specializing

ultravioleta, de modo que sus prestaciones no se deterioren con la exposición a la radiación solar y a los agentes atmosféricos. Deberá resistir también los esfuerzos de cizalla derivados del peso de la lámina de vidrio. En cambio, los esfuerzos de tracción a los que se verá sometido este adhesivo no serán demasiado importantes, aunque deberá soportarlos continuamente debido a la diferencia de dilatación entre el vidrio y la placa absorbidora cerámica. A fin de conocer los esfuerzos de cizalla a que estará sometido el material adhesivo en esta unión se ha realizado un modelo de simulación que permite realizar tal cálculo. Para realizarlo, se ha considerado que la capa de adhesivo tiene un espesor de 2 mm y una anchura de 20 mm.

Por otro lado, el adhesivo a emplear como elemento de unión entre el absorbedor y la placa cerámica base debe ser resistente al agua y al cloro. Además debe presentar una resistencia a la tracción más elevada ya que en la cavidad definida entre ambas placas cerámicas y los tabiques separadores circula agua a una determinada presión. Así mismo, el rango de temperaturas en que el adhesivo mantiene sus propiedades debe estar comprendido dentro del rango de trabajo del captador, ya que en ocasiones se pueden alcanzar temperaturas relativamente elevadas (hasta 100°C). Los adhesivos suministrados por las empresas especializadas en este tipo de unión (cerámica-cerámica) han sido sometidos al ensayo de tracción en una máquina universal de ensayos mecánicos en el laboratorio a fin de determinar el valor de la resistencia a la tracción de la unión de las piezas cerámicas con cada uno de ellos. Para ello se han cortado piezas cerámicas rectangulares de 20x65 mm y se han pegado en cruz con cada uno de los adhesivos estudiados. De este modo, el área de unión es de 20x20 mm². Las piezas se han mantenido pegadas durante tres días, para asegurar un completo curado del material adhesivo. Previa realización del ensayo, las piezas pegadas se mantuvieron sumergidas en un baño termostático de agua en ebullición, es decir a 100°C, a fin de que la unión se encontrara en unas condiciones de temperatura y humedad exigentes.

De todos los tipos de adhesivos utilizados (generalmente de los fabricantes Sika, Quilosa y 3M) durante los ensayos se han seleccionado unos pocos que en última instancia se valora su respectivo coste. El Orbasil estructural de Quilosa, el Orbasil energy de Quilosa y el Sikaflex-252 de Sika son los que mejores resultados han presentado en los ensayos en laboratorio, eligiendo finalmente el adhesivo Orbasil Energy por su buena relación prestaciones/precios.

El aislante térmico

Se han analizado la gran mayoría de aislantes térmicos existentes en el sector de la edificación, entre los cuales encontramos la lana de roca, el aerogel, el corcho proyectado, el poliestireno extrudido (XPS), paneles de poliisocianurato (PIR), poliestireno expandido (EPS), tableros de fibras de madera, etc. DE cada uno de ellos se analiza su resistencia al agua, su capacidad de aportar rigidez al panel colector, su temperatura máxima de servicio, su conductividad térmica y finalmente su coste.

Después de analizar y estudiar cada uno de ellos, el material candidato a ser utilizado para el nuevo CST, por reunir las condiciones básicas anteriormente planteadas es el panel rígido de poliisocianurato (PIR). Se trata de un panel fabricado en línea continua, dispuesto en sándwich, formado por un núcleo o centro de espuma rígida de poliisocianurato y dos caras de papel de diversos acabados. Los formatos que presenta son amplios, partiendo de los 1,22 m de anchura y pudiendo llegar hasta los 6 m de longitud. La conductividad térmica que presenta este

en this type of union (ceramic-ceramic) have been subjected to tensile test in a universal mechanical testing machine in the laboratory to determine the value of the tensile strength of the union ceramic pieces with each. This has been cut pieces of 20x65 mm rectangular ceramic and stuck crosswise with each of the adhesives studied. Thus, the joint area is 20x20 mm². The glued pieces were maintained for three days to ensure complete curing of the adhesive material. Upon completion of the test, the bonded pieces were kept immersed in a thermostatic bath of boiling water, ie at 100, so that the union were in a demanding conditions of temperature and humidity.

All types of adhesives used (usually the manufacturers Sika, Quilosa and 3M) during rehearsals have selected a few that ultimately their respective cost is valued. Quilosa structural Orbasil of the energy of Quilosa Orbasil and Sika Sikaflex-252 are the best results have occurred in laboratory tests, finally choosing the adhesive Orbasil Energy for their good performance / price.

The thermal insulation

We analyzed the vast majority of existing thermal insulation in the building sector, among which are rockwool, airgel, cork projected, the extruded polystyrene (XPS) panels polyisocyanurate (PIR), expanded polystyrene (EPS), wood fiber boards, etc. Of each water resistance, its ability to provide rigidity to the collector panel, the maximum operating temperature, thermal conductivity and ultimately cost analyzes.

After analyzing and studying each of them, the candidate material to be used for the new STC, to collect the basic conditions previously raised panel is rigid polyisocyanurate (PIR). This is a panel made of continuous line, arranged in sandwich formed by a central core or polyisocyanurate rigid foam duplex paper and various finishes. The formats presented are broad, starting from 1.22 m wide and can reach 6 m in length. The thermal conductivity of this material is very low (around 0.21 W/mK) and is able to withstand a maximum operating temperature of 121°C. In addition, the market price of this product is in a very similar parameters to those of rockwool of 5-9 € / m².

Furthermore, the effect of using different thicknesses with polyisocyanurate rigid plate (PIR) as insulating material finally checking the influence of the thickness is not too significant for the collector is studied. So we opt for the minimum offered by the manufacturer (Europerfil) that is 2.5 cm.

Once selected and analyzed the various materials that make up the new collector, we proceed to the completion of the second block of trials, in order to validate the behavior of all in the normal conditions of a collector panel active. So, in addition to those presented later in this article, other trials that allowed, among other things, determine the optimal distance between the glass sheet and the ceramic absorber (thickness of the trap infrared), tests were performed expansion and sealing, pressure resistance sensor, materials compatibility study characterization indoor circuit (serial / parallel), definition of thickness, width and separation of the ceramic inner walls defining the inner circuit, the type of conduit and and distribution piping system of the solar fluid, the system interconnect the panels, etc. Of each of these unpublished trials in this article are determined the following parameters:

- The optimum thickness of the infrared trap is set to 10 mm. The expansion and sealing tests verify that prototypes tested, at different temperatures and pressures, they have not presented leakage.

material es muy baja (alrededor de los 0,21 W/mK) y es capaz de soportar una temperatura de servicio máxima de 121°C. Además, el precio de mercado de este producto se encuentra en unos parámetros muy parecidos a los de la lana de roca, de 5 a 9 €/m².

Por otro lado, se estudia el efecto de utilizar diferentes espesores con placa rígida de poliisocianurato (PIR) como material aislante, comprobando finalmente que la influencia que tiene el espesor tampoco es demasiado significativa para el colector. Entonces, se opta por el mínimo que nos ofrece el propio fabricante (Europerfil) que es de 2,5 cm.

Una vez ya escogidos y analizados los distintos materiales que componen el nuevo colector, se procede a la realización del segundo bloque de ensayos, con la finalidad de validar el comportamiento de todos ellos en las condiciones normales de un panel colector en activo. Así que, además de los que se presentan a continuación en este artículo, se realizaron otros ensayos que permitieron, entre otros aspectos, determinar la distancia óptima entre la lamina de vidrio y el absorbedor cerámico (espesor de la trampa de infrarrojos), pruebas de dilatación y estanqueidad, resistencia a la presión del captador, estudio de compatibilidad entre materiales, caracterización del circuito interior (serie/paralelo), definición del espesor, anchura y separación de los tabiques cerámicos interiores que definen el circuito interior, el tipo de conducto y sistema de conexionado y distribución del líquido caloportador, el sistema de interconexionado entre paneles, etc. De cada uno de estos ensayos no publicados en este artículo se determinan los siguientes parámetros:

- El espesor óptimo de la trampa de infrarrojos se define en 10 mm. Los ensayos de dilatación y estanqueidad verifican que los prototipos ensayados, a distintas temperaturas y presiones, no han presentado fugas. Tampoco se han observado formación de fisuras por la dilatación térmica.
- Las pruebas de presión del captador definen una anchura de cavidad (distancia entre tabiques interiores por la que circulará el líquido calo-portador) de 50 mm como máximo.
- El estudio de compatibilidad entre materiales realizado mediante el análisis de las dilataciones diferenciales existentes entre los distintos materiales que forman el colector, verifica que el captador resiste sin problemas los cambios bruscos de temperatura a los que pueda estar sometido.
- Según la caracterización del circuito interno (por el que circulará el líquido calo-portador), el colector con circuito interno en paralelo presenta un rendimiento ligeramente superior al del colector con circuito en serie.
- De todos los conductos estudiados, los modelos de polietileno reticulado (PEX) se consideran los más adecuados. Se establece como óptimo un diámetro interior de conducto de 12-13 mm.

Caracterización del colector solar cerámico

Para validar la configuración del panel colector cerámico propuesto, se comprueba la viabilidad energética del mismo según la normativa UNE-EN 12975-2006 aplicable a captadores de energía solar térmica. Como resultado final se obtiene la curva característica del colector que permite calcular la eficiencia energética en cualquier condición de exposición (radiación solar, temperatura ambiente,

They were also not observed cracking by thermal expansion.

- Pressure testing of the sensor define a cavity width (distance between interior walls through which the liquid will flow calo-bearer) of 50 mm.
- The study of compatibility between materials made by analyzing existing differential expansion between the different materials forming the collector, the collector verifies seamlessly resist sudden temperature changes to which it may be subjected.
- According to the characterization of the internal circuit (for which he will circulate the fluid calo-bearer), the collector with internal parallel circuit has a slightly higher than the collector series circuit performance.
- Of all the lines studied, models crosslinked polyethylene (PEX) is considered the most appropriate. It is set as optimal an inner diameter of 12-13 mm duct.

Characterization of the ceramic solar collector

To validate the configuration of the proposed ceramic collector panel, energy viability of the checks according to the UNE-EN 12975-2006 applicable to solar thermal collectors. As a final result the collector characteristic curve allows to calculate the energy efficiency in all conditions of exposure (solar radiation, ambient temperature, water temperature, orientation and tilt) is obtained.

To perform the assay has been necessary to build a prototype of 1x1 m. using exactly the above specified materials with an inner circuit in parallel to the passage of heat transfer liquid, a cover glass 4 mm thick (with infrared trap 10 mm) and thermal insulation 2.5cm thick at its backside. To do this, we used a specific experimental device based primarily on a thermostat bath, a diaphragm pump, a flow meter, three thermometers, a pyranometer and an anemometer.

The evolution of some of the measured parameters (ambient temperature, solar radiation and temperature and out of the water) is very positive, in which an absolute parallel between the solar radiation is observed, the ambient temperature and the outlet temperature water collector, reaching the maximum point at 32°C.

With the data collected during the test, the characteristic curve of the tested ceramic manifold is obtained and placed along the curves of two other commercial collectors, one of optimum performance and other minimum requirements, meeting the curve of the proposed collector within the range of performance standard for commercial collectors.

Once this part of tests and studies, which have been resolved unknowns raised initially, you begin to have a clearer view of the configuration of the new ceramic sensor (Figure 4), emphasizing above all the fine thickness element: 26 mm + 25 mm collector thermal insulation panel.

Parallel to the above tests, it has worked on the design of the building system for the installation of the collector envelope. This constructive system, of great importance in this work, is to respond to the parameters established in the basic requirement nº 4, based mainly on the following issues get resolved: ease replan, speed of execution, installation security for the operator, ease removal of the panels individually and ensure mounting mostly from inside.

Apart from the above aspects should be added that the construction system must be able to absorb possible

temperatura del agua, orientación e inclinación).

Para realizar el ensayo ha sido necesario construir un prototipo de 1x1 m. utilizando exactamente los materiales especificados anteriormente, con un circuito interior en paralelo para el paso del líquido caloportador, una cubierta de vidrio de 4 mm de espesor (con trampa de infrarrojos de 10 mm) y el aislante térmico de 2,5cm de espesor en su cara posterior. Para ello, se ha utilizado un dispositivo experimental específico basado principalmente en un baño termostático, una bomba de membrana, un caudalímetro, tres termorresistencias, un piranómetro y un anemómetro.

La evolución de algunos de los parámetros medidos (temperatura ambiente, radiación solar y temperatura de entrada y de salida del agua) es muy positiva, en la que se observa un paralelismo absoluto entre la radiación solar incidente, la temperatura ambiente y la temperatura de salida del agua del colector, llegando esta a una punta máxima de 32°C.

Con los datos recogidos durante el ensayo, se obtiene la curva característica del colector cerámico ensayado y se coloca junto con las curvas de otros dos captadores comerciales, uno de óptimas prestaciones y otro de características mínimas, encontrándose la curva del colector propuesto dentro del rango de rendimiento habitual para captadores comerciales.

Finalizada esta parte de ensayos y estudios, en la que se han resuelto las incógnitas planteadas en un inicio, se empieza a tener una visión más clara de la configuración del nuevo captador cerámico (Figura 4), destacando por encima de todo el fino espesor del elemento: 26 mm de panel colector + 25 mm de aislante térmico.

Paralelamente a los ensayos anteriores, se ha trabajado en el diseño del sistema constructivo para la instalación de la envolvente captadora. Dicho sistema, de gran relevancia en este trabajo, trata de dar respuesta a los parámetros establecidos en el requerimiento básico nº4, basados principalmente en conseguir resolver los siguientes aspectos: Facilidad de replanteo, rapidez de ejecución, seguridad en el montaje para el operario, facilidad de desmontaje de los paneles de forma individual y asegurar un montaje mayoritariamente desde el interior.

Además de los aspectos anteriores, cabe añadir que el sistema constructivo debe ser capaz de absorber posibles movimientos estructurales, actuar independientemente de la hoja interior para evitar la existencia de puentes acústicos y ofrecer un espesor final del cerramiento (envolvente captadora + cerramiento interior) alrededor de los 25 cm para poder ser competitivo en el mercado actual. Bajo estas premisas, se desarrolla un sistema constructivo con un total de cinco perfiles metálicos distintos, tres de ellos de formatos convencionales y existentes en el mercado actual (encontrados en los prontuarios básicos de perfiles metálicos). Este último aspecto repercute muy favorablemente en el coste final del sistema.

Se describen a continuación los 8 pasos a realizar para el montaje de toda la envolvente, incluyendo la secuencia de montaje de la estructura mostrada anteriormente:

Paso 1. Aplomado del perfil angular perimetral

Este primer paso parte de la estructura de pilares y forjados, colocando el angular perimetral de forjado (perfil en "L") alineado con la plomada definida en obra. Dicho perfil se anclaría al forjado mediante tornillería a través de unos agujeros colisos provistos ya en el propio perfil para adaptar la alineación de la estructura a la plomada. Todo

structural movements, act independently of the inner sheet to avoid the existence of acoustic bridges and provide a final thickness of the cladding (inner shell collector + enclosure) around 25 cm in order to be competitive in today's market. Under these assumptions, a construction system develops a total of five different metal profiles, three of them existing in the current market (found in the basic handbooks of metal profiles) and conventional formats. This last aspect favorably affects the final cost of the system.

Described below to perform the 8 steps for mounting entire envelope, including the assembly sequence of the structure shown above:

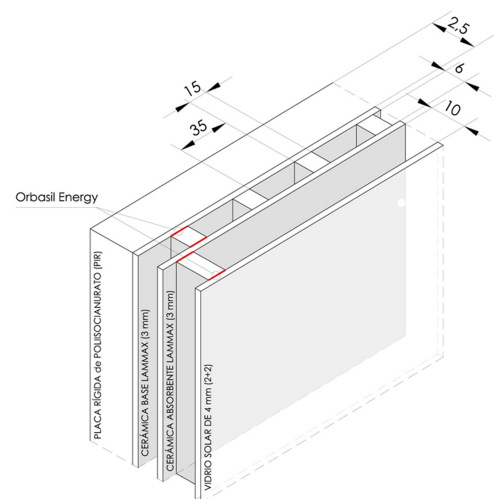
Step 1. Vertical alignment in all perimeter with angular profile

This first step of the pillar structure and floors by placing the perimeter wrought angle (profile "L") plumb line with defined work. This profile would be anchored to the slab with bolts through a slotted holes provided in the profile itself and to adapt the alignment of the structure to plummet. All done from inside the building. Thereafter, the sheet is placed desolarizadora, passing over the perimeter angle and prepared to receive the self-leveling mortar to act as basis for regularizing pavement finish. The vertical crease angular perimeter also acts here as a retaining element of the offset layer (Figure 5).

Step 2. Attaching of vertical profiles

The next step is to fix the vertical sheet steel profile (angle Q-100) to the perimeter "L" in wrought. Securing the uprights are made through the side wings of the profile and by specific screws (Figure 5).

The total height of this profile is variable according to the height between floors of the building. The top of the vertical posts is aligned to a specific height and laser controlled to ensure uniform positioning of all profiles. A height of about 70 cm is defined. Above the level of forged and regularized



ensuring a comfortable and safe working position of the operator in the connection between profiles. The remaining profile length up to 3 m. always remain below waiting to be connected to the lower profile by connecting part (see next step). This entire operation is also always take place from inside the building.

Step 3. Connection between vertical profiles

As will completing the previous operation in two adjacent floors of the building to proceed profiles connected by a connector section element Q also. Said connector is placed

Fig. 4. Esquema básico del colector cerámico con los parámetros ya definidos (Roviras, J. 2013).

ello realizado desde el interior del edificio. Seguidamente, se coloca la lámina desolarizadora, pasándola por encima del angular perimetral y preparada para recibir el mortero autonivelante que actuará como base regularizadora para el pavimento de acabado. El pliegue vertical del angular perimetral actúa también en este caso como elemento de contención de la capa regularizadora (Figura 5).

Paso 2. Fijación de montantes verticales

El siguiente paso trata de fijar los montantes verticales de chapa de acero de perfil Ω -100 al angular perimetral en L de forjado. La sujeción de los montantes se realizará a través de las alas laterales del perfil y mediante tornillería específica (Figura 5).

La altura total de este perfil es variable, en función de la altura existente entre forjados del edificio. La parte superior de los montantes verticales queda alineada a una altura específica y controlada mediante láser para garantizar el posicionamiento homogéneo de todos los perfiles. Se define una altura de unos 70 cm. por encima del nivel de forjado ya regularizado que asegura una posición cómoda y segura de trabajo del operario en la conexión entre perfiles. El resto de longitud del perfil, hasta llegar a los 3 m. quedará siempre por debajo esperando ser conectado al perfil inferior mediante pieza conectora (ver siguiente paso). Toda esta operación también se realizaría siempre desde el interior del edificio.

Paso 3. Conexión entre montantes verticales

A medida que se va completando la operación anterior en dos plantas contiguas del edificio se procede al conectado de los perfiles mediante un elemento conector también de sección Ω . Dicho conector se coloca con total seguridad desde el interior del edificio y garantiza la unión entre montantes verticales, además de actuar como elemento regularizador de la diferencia de alturas que se pueden encontrar entre forjados de un mismo edificio. La unión se realiza mediante agujeros colisos y tornillería específica (Figura 5).

Paso 4. Fijación de correas horizontales

Una vez ya fijados y conectados todos los montantes verticales, se procede a la fijación de las correas metálicas que servirán de guías horizontales para los paneles colectores y no colectores. El replanteo y situación exacta de las correas horizontales será según la modulación y formato de los paneles que forman la envolvente del edificio (Figura 5).

Paso 5. Fijación de las guías deslizaderas⁽⁶⁾

Las guías deslizaderas, encargadas de sujetar los paneles en todo el largo de sus dos lados verticales, se fijan directamente a la parte más exterior del montante vertical mediante tornillería. Dichas guías irán colocadas siempre entre correas horizontales (Figura 5).

Paso 6 y 7. Fijación y conexión de los paneles

La colocación de los paneles se basa principalmente en cuatro pasos: Encajar el panel en la correa horizontal superior y oscilar la parte inferior, hacia el interior, hasta encontrar la guía inferior. Deslizar el panel en vertical panel hasta encajarlo también en la correa horizontal inferior. Con este paso, se consigue que el panel se sostenga por sí solo sobre las correas horizontales. Asegurar la entrada de las pestañas del perfil de encaje del panel a la guía deslizadera y accionarla para fijar frontalmente el panel a los montantes verticales en sus dos lados verticales. Por último, instalar y conectar los tubos de los paneles

safely from inside the building and ensures the connection between uprights, besides acting as regularizing element height difference that can be found between floors of a building. The union is made by slotted holes and specific hardware (Figure 5).

Step 4. Fixing horizontal belts

Once secured and connected and all uprights, one proceeds to fixing metal belts to serve as guides for the horizontal collector panels and not collectors. Stakeout and exact location of the horizontal straps and will be according to the modulation format of the panels forming the building envelope (Figure 5).

Step 5. Fixing rail slideways⁽⁶⁾

The rail slideways, which are responsible for fastening the panels of entire length of its two vertical sides, are attached directly to the outside of the vertical profile with bolts or screws. These guides will always placed between horizontal belts (Figure 5).

Step 6 and 7. Fixing and connection of the panels

The placement of the panels is mainly based on four steps: Insert the panel in the upper horizontal strap and swing the bottom, inward, to find the lower guide. Vertical sliding panel also panel to fit it into the lower horizontal strap. This step ensures that the panel is held by itself on the horizontal straps. Ensure input profile tabs lace panel to the slide guide and drive it to fix the panel frontally the uprights on both vertical sides. Finally, install and conectar collectors tubes from inside panels (Figure 5).

At the same time, the assembly sequence presented offers the possibility of quick and easy removal of the panels during servicing, repair or break any of them, without the need to intervene or operate in neighboring panels. In this respect it was necessary to study the panel section and provide a minimum thickness of horizontal joints that allow the game panel movements as necessary so that it can be off the hook.

Step 8. Enclosure internal partition

Finally, once and made the entire system of connection of the collector panels, it proceeds to the execution of the interior cladding with "Pladur CH" system and set the thickness of insulation required depending on the location (Figure 5).

Thus, it is achieved that the system designed to offer dual functionality energy and construction, and thus ensures the same properties as a conventional and a total thickness of 26 cm that is competitive and lower than most manifold conventional enclosure.

Construction of prototypes and real test in façade

Having defined the particular case of the general model and listed the conditions to be met, a set of four measuring heads are built prototypes and two non sensors panels (Figure 6) with the aim of carrying out a real test by building a facade prototype, and so thus evaluate its energy efficiency, technical and constructive feasibility and architectural integration.

Finally, we proceed to the construction of the prototype facade through prototypes built in the indoor lab ITC in Castellón⁽⁷⁾. The following sequence of images (Figure 7) can be perfectly observe the process of placing one of the collectors ceramic facade panels in the prototype.

colectores desde el interior (Figura 5).

Al mismo tiempo, la secuencia de montaje presentada ofrece la posibilidad de un fácil y rápido desmontaje de los paneles en caso de avería, reparación o rotura de alguno de ellos, sin la necesidad de intervenir o manejar en los paneles vecinos. En este sentido ha sido necesario estudiar la sección del panel y prever un espesor mínimo de las juntas horizontales que permitan el juego de movimientos necesarios del panel como para que este pueda ser descolgado.

Paso 8. Cerramiento de tabiquería interior

Para finalizar, una vez ya realizado todo el sistema de conexionado de los paneles colectores, se procede a la ejecución del trasdosado interior con el sistema "Pladur CH", colocando el espesor de aislamiento térmico necesario en función del emplazamiento (Figura 5).

De ese modo, se consigue que el sistema diseñado ofrezca una doble funcionalidad: energética y constructiva, de forma que garantiza las mismas propiedades que un cerramiento convencional y con un espesor total de 26 cm que resulta competitivo y menor que los convencionales más colector.

Finally, once the collectors have been placed on the metal substructure is observed in detail the correct fit of the individual parts and the good performance of the overall system. The vertical anchorage profiles special panels have succeeded without problem into the slots of the slide guide. Even when operating the slide door it is detected as the panel adheres more strongly to the vertical substructure separated very slightly from the horizontal belt. Thus, the panel weight is perfectly distributed along the entire length of its two vertical sides and these studs section Ω . The surface flatness of the collectors is virtually perfect and no significant gaps between them are detected.

To determine the efficiency of solar collectors ceramic has a specific experimental arrangement used. The evolution of some of the parameters obtained (ambient temperature, solar radiation and temperature of inlet and outlet water) along a typical sunny February day are of great interest, and validate the good behavior in times of incidence sensor sun on them.

At the end of energy tests and after 18 months and about installing the prototype facade, it is used to verify the good behavior of the anchoring system not detected any defect or disease during that period. Moreover, the 4 sensors collector panels and panel not also present a good condition (Figure 8).

Final conclusions

This construction has shown that it is feasible to run a pick surround by ceramic materials that meet the conditions of initial feasibility and contemplating the following conclusions:

Architectural integration

The envelope pickup proposal provides ability to combinatorial game and variety of finishes. The variety of finishes that presents ceramics (color and texture) allows the envelope can adapt to any requirement of architectural design. The designed system allows you to play with reflections and glare from the glass panels in contrast to the dull surfaces of the ceramic panels. Therefore it ensures that the proposed system has sufficient resources to integrate architecturally.

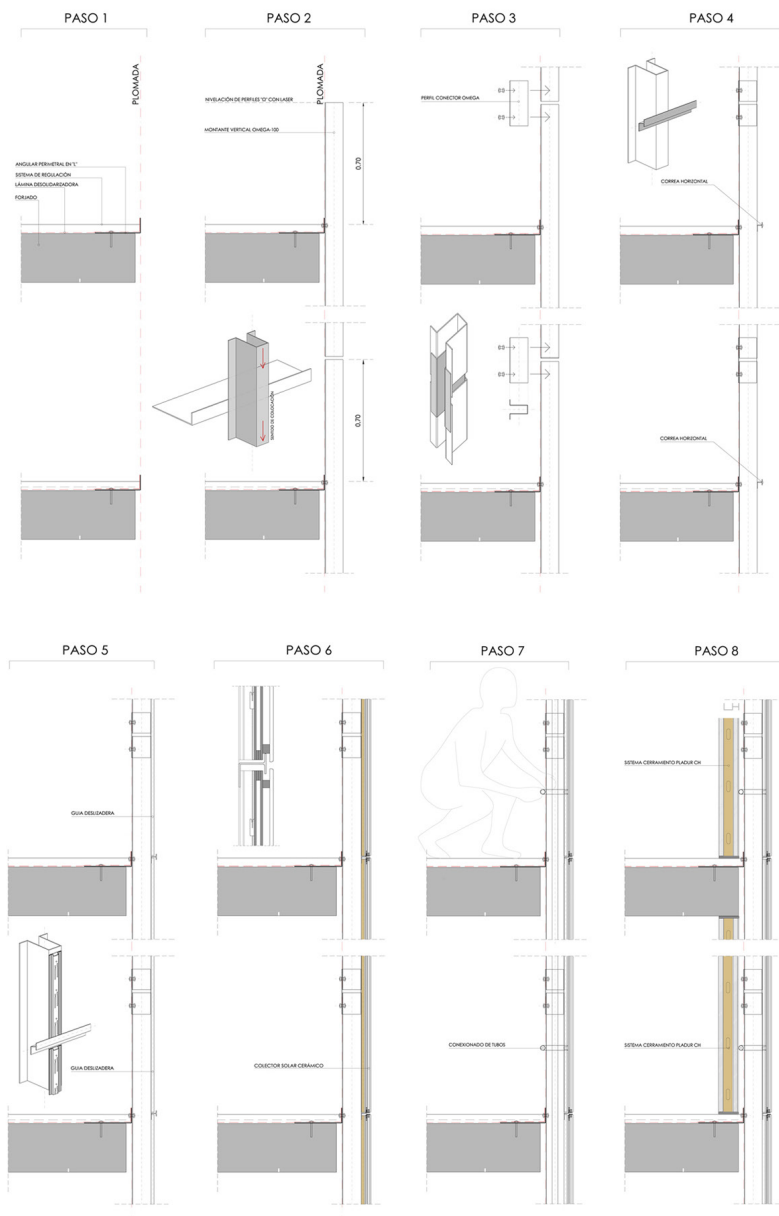
It has succeeded in creating an envelope on one hand solves the building envelope and the other is able to capture the sun's energy and use it to ACS and / or heating. Moreover, the anchoring of the panels is performed by a single construction system, and avoids the use of auxiliary substructures. Therefore, the new ceramic sensor system complies with double constructive and energetic functionality.

Economic Benefits

It has succeeded in developing a solar thermal collector with ceramic materials have replaced metals and their special coatings. Furthermore, the ceramic part of a collecting casing pickup replacing conventional enclosure, eliminates the added cost than the conventional collectors marketed and avoids the use of auxiliary structures for anchoring thereof. Furthermore, using PEX pipes has been achieved also avoid use of metallic elements in the distribution system and connection of the collector panels. Therefore, the final cost of the system and related amortization is minimized.

It has succeeded in developing a ceramic collector panel with a total thickness of 51 mm (26 mm without thermal insulation) which reduces approximately 30-35% the

Fig. 5. Representación gráfica de todo el proceso de montaje de la envolvente captadora cerámica en una fachada (Roviras, J. 2013).



Construcción de prototipos y ensayo real

Una vez definido el caso particular del modelo general y enumerados los requisitos que éste debe satisfacer, se construyen un conjunto de prototipos cuatro paneles captadores y dos paneles no captadores (Figura 6) con el objetivo de llevar a cabo un ensayo real, mediante la construcción de una fachada prototipo, y así evaluar de esta forma su rendimiento energético, su viabilidad técnica-constructiva y su integración arquitectónica.

Para finalizar, se procede a la construcción de la fachada prototipo mediante los prototipos construidos en la cubierta del laboratorio del ITC en Castellón⁽⁷⁾. En la siguiente secuencia de imágenes (Figura 7) se puede observar perfectamente el proceso de colocación de uno de los paneles colectores cerámicos en la fachada prototipo.

Finalmente, una vez los colectores han sido colocados sobre la subestructura metálica, se observa con detalle el correcto encaje de las distintas piezas y el buen comportamiento del sistema en general. Los perfiles especiales de anclaje vertical de los paneles han conseguido entrar sin problema en las ranuras de la guía deslizadora. Incluso, al accionar la puerta deslizadora, se detecta como el panel se adhiere con más fuerza a la subestructura vertical separándose muy levemente de la correa horizontal. De ese modo, el peso del panel queda perfectamente repartido en todo el largo de sus dos lados verticales y estos a los montantes de sección Ω . La planeidad superficial de los colectores es prácticamente perfecta y no se detectan desajustes importantes entre los mismos.

Para determinar la eficiencia de los colectores solares cerámicos se ha utilizado un montaje experimental específico. La evolución de algunos de los parámetros obtenidos (temperatura ambiente, radiación solar y temperatura de entrada y salida del agua) a lo largo de un día típico y soleado de febrero presentan un elevado interés, y validan el buen comportamiento del captador en momentos de incidencia solar sobre los mismos.

Al final de los ensayos energéticos y transcurridos ya unos 18 meses desde la instalación de la fachada prototipo, se aprovecha para verificar el buen comportamiento del sistema de anclaje al no detectarse ningún defecto o patología durante dicho periodo de tiempo. Por otro lado, los 4 paneles captadores y el panel no captador también presentan un buen estado (Figura 8).

Conclusiones finales

Dicha construcción ha demostrado que es factible ejecutar una envolvente captadora mediante materiales cerámicos que cumplen las condiciones de viabilidad iniciales y que contemplan las siguientes conclusiones:

Integración arquitectónica

La envolvente captadora propuesta ofrece capacidad de juego combinatorio y variedad de acabados. La variedad de acabados que presenta la cerámica (color y textura) permite que la envolvente pueda adaptarse a cualquier requerimiento de diseño arquitectónico. El sistema diseñado permite jugar con las reflexiones y los brillos de los paneles acristalados en contraste con las superficies sin brillo de los paneles cerámicos. Por tanto, se consigue que el sistema propuesto, tenga suficientes recursos para integrarse arquitectónicamente.

Se ha conseguido realizar una envolvente que por un lado resuelve el cerramiento del edificio y por otro es capaz

thickness of a conventional flat plate collector. Also, if one considers that this thickness is part of the building envelope, unlike most marketed ranging superimposed on the enclosure, it can be concluded that the system proposed here is highly competitive because favors greater useful area and it reduces built.

Construction system envelope

The prototype has been built facade with workers with no experience in building facades and / or covers. The clarity of the construction system allowed a correct execution. Therefore, the simplicity of its stake is verified and ensures

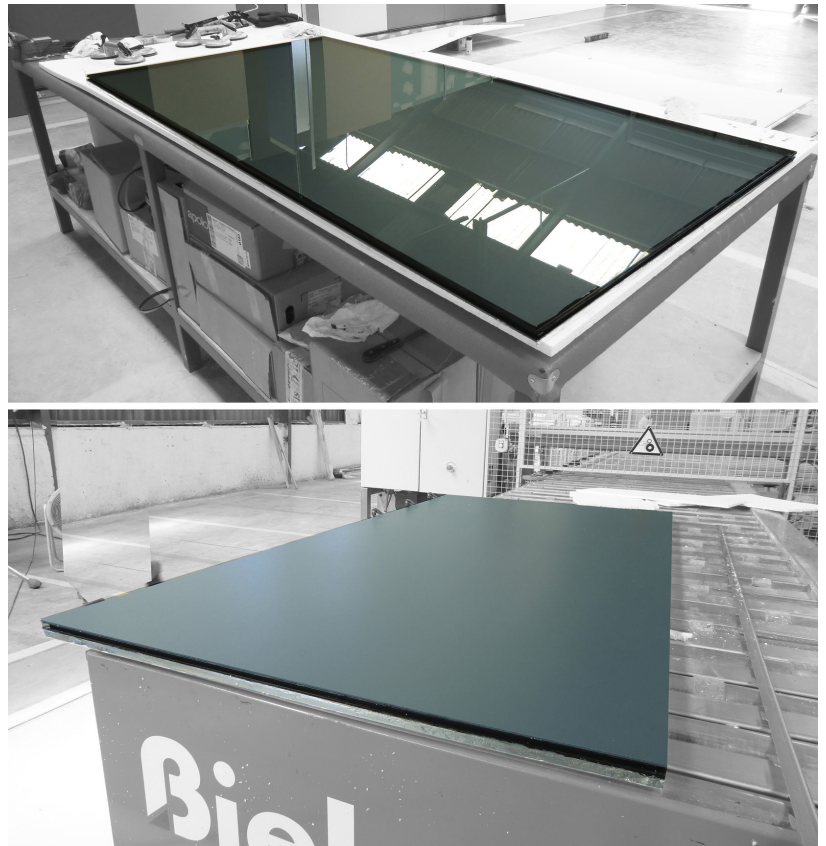


Fig. 6. Prototipos construidos en las instalaciones de Uralita Iberia en Valdemoro, Madrid. La imagen superior corresponde a la de un panel colector, mientras que el prototipo de la imagen inferior corresponde a un panel no colector. (Roviras, J. 2013)

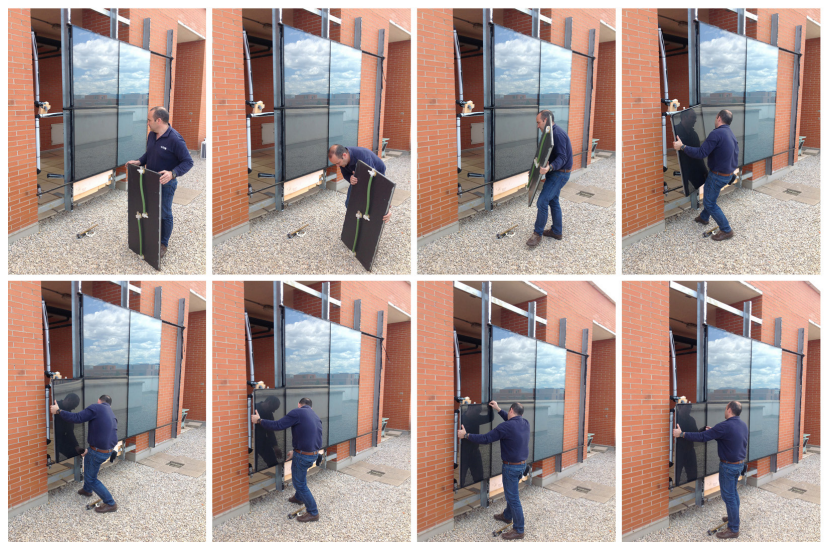


Fig. 7. Proceso de colocación de uno de los colectores solares cerámicos en la fachada prototipo instalada en la cubierta del laboratorio en Castellón (ITC, 2011)

de captar la energía del sol y aprovecharla para ACS y/o calefacción. Además, el anclaje de todos los paneles se realiza mediante un solo sistema constructivo, y evita el uso de subestructuras auxiliares. Por tanto, el nuevo sistema captador cerámico cumple con la doble funcionalidad constructiva y energética.

Beneficios económicos

Se ha conseguido desarrollar un colector solar térmico con materiales cerámicos que han sustituido a los metales y a sus respectivos recubrimientos especiales. Además, los colectores cerámicos forman parte de una envolvente captadora que sustituye al cerramiento convencional, elimina el coste añadido que generan los colectores convencionales comercializados y evita el uso de estructuras auxiliares para el anclaje de los mismos. Además, mediante la utilización de tuberías de PEX se ha conseguido evitar también el uso de elementos metálicos en el sistema de distribución y de conexionado de los paneles colectores. Por tanto, se minimiza el coste final del sistema y su respectiva amortización.

Se ha conseguido desarrollar un panel colector cerámico de un espesor total de 51 mm (26 mm sin aislante térmico) lo que reduce aproximadamente un 30-35% el espesor de un colector plano convencional. Además, si se tiene en cuenta que este espesor forma parte de la envolvente del edificio, a diferencia de la mayoría de los comercializados que van superpuestos sobre el cerramiento, se puede concluir que el sistema aquí propuesto es altamente competitivo porque favorece una mayor superficie útil y reduce la construida.

Sistema constructivo de la envolvente

La fachada prototipo se ha construido con operarios sin experiencia alguna en la construcción de fachadas y/o cubiertas. La claridad del sistema constructivo ha permitido una correcta ejecución. Por tanto, se verifica la simplicidad de su replanteo y garantiza una construcción sencilla y segura. También se verifica en el ensayo de campo, la facilidad que ofrece el sistema de descolgar un panel sin necesidad de actuar en los paneles vecinos.

El ensayo de campo verifica el buen comportamiento estructural del sistema de anclaje propuesto, frente a las cargas permanentes generadas por el peso propio de los paneles y los perfiles metálicos y a las cargas variables producidas por el viento. No se han detectado defectos o patologías debidas a los vientos en esta zona.

Adecuación al clima mediterráneo

Los ensayos en laboratorio y los ensayos de campo realizados a los distintos prototipos construidos, validan los rendimientos térmicos obtenidos consiguiendo temperaturas de trabajo comprendidas entre los 30 y 45° (bajas temperaturas). Por tanto, al considerar su aplicación en grandes superficies y en zonas con un alto índice de radiación solar, se cumple con el objetivo de diseñar una envolvente captadora cerámica con un rendimiento adecuado para el clima mediterráneo.

Se demuestra, entonces, que la envolvente propuesta presenta recursos suficientes como para obtener una buena integración arquitectónica, y que al formar parte del propio cerramiento del edificio cumple con la funcionalidad constructiva. Las bajas temperaturas de trabajo de los colectores y la capacidad de este sistema de ser aplicado en gran superficie (fachada y/o cubierta), le convierte en un sistema captador muy adecuado para el clima mediterráneo.

easy and safe construction. Is also verified in the field trial, the facilities offered by the system without picking up a panel to act in neighboring panels.

The field test verifies the behavior structurally anchoring system proposed, compared to permanent loads generated by the weight of the panels and metal profiles and variable loads caused by wind. No defects were detected or pathologies due to the winds in this area.

Adaptation to climate Mediterranean

Laboratory tests and field trials to different prototypes built, obtained thermal efficiencies validate getting working temperatures between 30 and 45°C (low temperatures). Therefore, when considering your application over large areas and in areas with a high incidence of solar radiation, it is met in order to design a ceramic envelope pickup with an adequate return for the Mediterranean climate.

It is shown, then, that the envelope proposal presents enough to get a good architectural integration resources, and that part of the building envelope itself constructive meets functionality. The low temperatures of the collectors and the ability of this system to be applied to a large surface (façade and roof) it becomes a very suitable collector system to the Mediterranean climate.



Fig. 8. Fachada prototipo ya construida y activa en la cubierta del laboratorio. En fase de recogida de datos energéticos (ITC, 2011)

REFERENCES / REFERENCIAS

1. El trabajo aquí presentado parte del proyecto de investigación: "Colectores solares térmicos cerámicos. Integración arquitectónica", presentado por la empresa URALITA IBERIA, S.L., el Instituto de Tecnología Cerámica (ITC) y la Universidad Internacional de Catalunya.
 2. Las cajas metálicas de los colectores, además de ser utilizadas como elemento estanco y de protección del aislante térmico de poro abierto y otros materiales, se utiliza, en algunos casos, como elemento de agarre y sujeción a la subestructura auxiliar.
 3. La dureza del Lammax en la base a la escala MOHS es igual a 8, el diamante tiene un valor de 10.
 4. El corte se realiza a mano y el utensilio es un simple corta-vidrios de metal con rulina autonivelante.
 5. El vidrio presenta una densidad de 2500 Kg/m³, lo cual le otorga al vidrio plano un peso de 2,5 Kg/m² por cada milímetro de espesor. Por tanto, un vidrio de 4 mm pesaría aprox. un total de 10 Kg/m².
 6. El proyecto de investigación GLACTIS, con número de referencia DEX-530000-2008-91 obtuvo una financiación pública del Estado español a través del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y se desarrolló también juntamente con la Universitat Internacional de Catalunya (UIC), Uralita Iberia y la empresa de materiales cerámicos Saloni.
 7. Destacar que la zona de Castellón presenta unas condiciones típicas de clima mediterráneo, con altos índices de radiación solar durante todo el año.
1. The work presented here of the research project: "ceramic thermal solar collectors. Architectural Integration" presented by the company URALITA IBERIA, SL, the Institute of Ceramic Technology (ITC) and the International University of Catalonia (UIC). This project was awarded a grant from the Ministry of Industry, Tourism and Commerce in the call for aid of the National Plan for Scientific Research, Development and Technological Innovation 2008-2011, within the National Program for Applied Research Projects 2008-2011, based on the applet Industrial Applied Research and file identification number: IAP-590000-2008-11.
 2. Metal collectors boxes, besides being used as sealing element and thermal insulation protection and other open-pore material is used, in some cases, as gripping and clamping the auxiliary substructure.
 3. Lammax hardness on the Mohs scale basis is equal to 8, diamond has a value of 10.
 4. The cutting is done by hand and the tool is a simple cut-glass metal leveling roller guide.
 5. The glass has a density of 2500 kg / m³, which gives the flat glass weighing 2.5 kg / m² for each millimeter thick. Therefore, a glass 4 mm weigh approx. A total of 10 kg / m².
 6. The research project GLACTIS, reference number DEX-530000-2008-91 obtained public financing of the Spanish state through the Ministry of Industry, Tourism and Trade and was also developed together with the International University of Catalonia (UIC), Uralita Iberia and the company Saloni ceramic materials.
 7. Noting that the Castellon has a typical Mediterranean climate conditions, with high levels of solar radiation throughout the year.

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

El trabajo aquí presentado parte del proyecto de investigación: "Colectores solares térmicos cerámicos. Integración arquitectónica", presentado por la empresa URALITA IBERIA, S.L., el Instituto de Tecnología Cerámica (ITC) y la Universidad Internacional de Catalunya (UIC). Este proyecto obtuvo una subvención del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en la convocatoria de ayudas del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, dentro del programa Nacional de Proyectos de Investigación Aplicada 2008-2011, referido al subprograma de Investigación Aplicada Industrial y con nº de Identificación del expediente: IAP-590000-2008-11.

The work presented here of the research project: "ceramic thermal solar collectors. Architectural Integration" presented by the company URALITA IBERIA, SL, the Institute of Ceramic Technology (ITC) and the International University of Catalonia (UIC). This project was awarded a grant from the Ministry of Industry, Tourism and Commerce in the call for aid of the National Plan for Scientific Research, Development and Technological Innovation 2008-2011, within the National Program for Applied Research Projects 2008-2011, based on the applied Industrial Applied Research and file identification number: IAP-590000-2008-11.

1. Anderson, L. B., 1955: "Solar heating design problems (MIT)". Solar Energy Research, pp. 48.
2. Anderson, T. N.; Duke, M.; and Carson, J. K., 2010: "The effect of colour on the thermal performance of building integrated solar collectors". Solar energy materials and solar cells, vol. 94, no. 2 pp. 350-354.
3. Araujo, R., 2009: "El edificio como intercambiador de energía". Artículo en revista Tectónica nº 28, pp. 4-27. Editorial ATC Ediciones S.L., Madrid. ISSN: 1136-0062
4. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), 2006: UNE-EN 12975:2006 y resto de normativas: "Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares". Parte 1 y 2: Requisitos generales y Métodos de Ensayo. Normativa española ed. Madrid.
5. ASIT (Asociación Solar de Instalaciones Térmicas). (<http://www.asit-solar.com>)
6. ASTIG (Active Solar Thermal Industries Group), 2001: "Solar Thermal Market In Europe- Strategy of the Art and Projections". Brussels. (<http://www.astig.org>)
7. Bartelsen, B.; Rockendorf, G.; Venneman, N.; Tepe, R.; Lorenz, K.; and Purkarthofer, G., 1999: "Elastomer-Metal-Absorber: Development and Application", Solar Energy, Vol. 67 Nos. 4-6, pp.215-226.
8. Belusko, M.; Saman, W.; and Bruno, F., 2004: "Roof integrated solar heating system with glazed collector". Solar Energy, vol. 76, no. 1-3 pp. 61-69.
9. Bergmann, I., 2002: "Facade integration of solar thermal collectors – a new opportunity for planners and architects". Renewable Energy World 5, 89-97.
10. Bourges, B., 1992: "Climatic data handbook for Europe - Climatic data for the design of solar energy system". Kluwer Academic Publishers, 30 abril 1992. ISBN: 978-0792317166.
11. Brown, L., 2011: "Harnessing the sun's energy for water and space heating". Treehugger. 16 diciembre 2011.
12. Callegari, M. S. T.; and Longetto, A. A. T., 1979: "Disposición para la captación de la energía solar aplicable a la climatización de todo tipo de edificios". Callegari, M. S. T.; and Longetto, A. A. T. eds., España: F24J.
13. Cantó, C. C. S. et al., 2008: "Captación de energía solar térmica mediante pavimentos asfálticos". Asfalto, pp. 11-18.
14. Carrasco-Muñoz de Vera, C., 1975: "El futuro de la energía". Barcelona. Triunfo, pp.34-36.
15. Carrasco-Muñoz de Vera, C., 1982: "Sistema de calefacción solar por suelo radiante". España patente: E04B 5/48; F24D 3/00.
16. Carvalho, M., 2010: "La doble fachada acristalada ventilada en el clima mediterráneo: optimización a través de simulaciones energéticas computacionales". Tesis doctoral. Departamento de Ingeniería de la Construcción de la UPC. Barcelona.
17. Castilla Prados, N., 2007: "Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo". Ediciones Mundi-Prensa ed.. ISBN: 84-8476-321-8.
18. Chaurasia, P.B.L., 2000: "Solar water heaters based on concrete collectors". Energy vol. 25, pp. 703-716.
19. Colon, C., 1999: "New Concepts for Solar Thermal Systems: A Roof-Integrated Solar Absorber: RISA project workplan" FSEC-CR-1142-99, Cocoa, Florida.
20. Colon, C. J.; and Merrigan, T., 2001: "Roof integrated solar absorber: The measured performance of "Invisible" solar collectors (RISA)". National Renewable Energy Laboratory (NREL).
21. CTE DB HE, 2009: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Ahorro de Energía. Ministerio de Fomento del Gobierno de España.
22. CTE DB SE-A, 2008: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural- Acero. Ministerio de Fomento del Gobierno de España.
23. Cuchí, A.; Díez, G.; Orgaz, C., 2002: "La cubierta captadora en los edificios de viviendas". ITeC (Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña). ISBN: 8478534369.
24. Davis, M. A., 1980: "Ceramic solar collector". 126/448 ed. US patent: F24J 3/02.
25. De Winter, F.; and Lyman, W.S., 1973: "Home-built solar water heaters for swimming pools".
26. De Winter, F., 1994: "Twenty-year progress report on the copper development association do-it-yourself solar swimming pool heating manual and on the associated prototype heater". Solar Energy, 7, vol. 53, no. 1, pp. 33-36. ISSN: 0038-092X.
27. Elgendy, K., 2012: "Sostenibilidad en el desierto". Detail Green, nº2, año 2012, pp. 130-135.
28. Engelbert, P., 1997: "The complete weather resource". Vol. 2: Weather Phenomena. UXL, pp. 368.
29. Espí, M. V., 1999: "Una brevisísima historia de la arquitectura solar". España.
30. ESTIF - European Solar Thermal Industry Federation, 2011: "Trends and Markets statistics june 2010". Solar Thermal Markets in Europe. (<http://www.estif.org>)
31. Fantinelli, J. T., 2002: "Tecnología solar de interes social y bajo coste para abastecimiento de agua caliente". 179 p. Dissertação (Mestrado em planejamento de sistemas energéticos). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas.
32. Flamm, J., 1981: "Un sistema integrado para la captación y almacenaje de la energía solar". Gran Bretaña: F24J 3/02.
33. Furundzic, A. K.; Kosoric, V.; and Golic, K., 2012: "Potential for reduction of CO2 emissions by integration of solar water heating systems on student dormitories through building refurbishment". Sustainable cities and society, vol. 2 pp. 50-62. ISSN: 22106707.
34. García-Santos, A., et al., 2007: "Baldosa acumuladora de calor". Universidad Politécnica de Madrid ed., ISSN 20050126, 3ª ed., España patente: E04B/ 1/76 y F28D 20/02.
35. Gomez Sal, A., 2007: "Componentes del valor del paisaje mediterráneo y el flujo de servicios de los ecosistemas". Ecosistemas, vol. 16, núm. 3, pp. 96-106. Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET). Alicante, España

36. González-Álvares, J. C.; and Hinojosa-Moyano, F., 2007: "Panel solar para colocación vertical". González-Álvares, J. C.; and Hinojosa-Moyano, F. eds., ISSN: 20060063, 4ª ed., España patente: F24J 2/26.
37. Heister, M., 1993: "Sandwich-keramikplatte mit innenglasurverbindung". Germany patent: C 04 B 37/00.
38. Holm, D., 2005: "Un futuro para el mundo en desarrollo basado en las fuentes renovables de energía". International Solar Energy Society (ISES).
39. IDAE - Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2009: "Pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura". Madrid. Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España ed.
40. IDAE - Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2010: "Plan de Energías Renovables (NREAP) 2011-2020". Madrid. Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España ed.
- 41.
42. IDAE - Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2011: "Evolución tecnológica y prospectiva de costes de las energías renovables. Estudio Técnico PER 2011-2020". Madrid. Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España ed.
43. Ji, J., et al., 2011: "Modelling and validation of a building-integrated dual-function solar collector". Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy, vol. 225, no. 3, pp. 259-269. ISSN: 09576509.
44. Juanicó, L. E., 2010: "New design of solar roof for household heating and cooling". International Journal of Hydrogen Energy, vol. 35, no. 11, pp. 5823-5826.
45. Juanicó, L. E., 2008: "A new design of roof-integrated water solar collector for domestic heating and cooling". Solar Energy, vol. 82, no. 6, pp. 481-492.
46. Köppen, W., 1923: "Die Klimate der Erde (el clima de la tierra)".
47. Kreider, J. F., 2000: "Principles of Solar Engineering". Philadelphia, ISBN: 1560327146.
48. Lewis, J. O.; Steemers, T. C.; Goulding, J. R., 1991: "European passive solar handbook". London. ISBN: 0713469188.
49. Lohmann, S.; Schillings, C.; Mayer, B.; and Meyer, R., 2006: Ph.D. Thesis: "Long term variability of solar direct and global radiation derived from ISCCP data and comparison with reanalysis data". Solar Energy vol. 80, pp.1390-1401.
50. Mallick, R.; Kandhal, P.; and Bradbury, R., 2008: "Using warm mix asphalt technology to incorporate high percentage of reclaimed asphalt pavement (RAP)". Material in Asphalt Mixtures. Research .
51. Medved, S.; Arkar, C.; and Cerne, B., 2003: "A large-panel unglazed roof-integrated liquid solar collector-energy and economic evaluation". Solar Energy, vol. 75, no. 6, pp. 455-467.
52. Mendal, A., 2012: "Potencial de desarrollo de la tecnología solar (fotovoltaica y termosolar) y zonas de implantación a nivel mundial". Escuela de Organización Industrial (EOI).
53. Mira, J., 2006: "Fachadas Cerámicas Ventiladas: Ventajas y sistemas de anclaje". Moldear, Ensamblar, Proyectar la cerámica en arquitectura. Libro publicado por ASCER. editorial ACTAR, Barcelona. ISBN: 84-609-9211-x
54. MIT (Massachusetts Institute of Technology), 2012 . "MIT's Solar Energy Research Project". Available information from the next website <http://mit.edu/solardecathlon/solar1.html>
55. Moore, S. W., 1977. US patent: F24J 2/4.
56. Munari Probst, M. C., et al., 2010: "Research and Practice". Detail Green (English Ed.), no. 1, pp. 42-56. ISSN: 1868-3843.
57. Munari Probst, M. C.; and Roecker, C., 2007: "Towards an improved architectural quality of building integrated solar thermal systems (BIST)". Solar Energy, vol. 81, no. 9, pp. 1104-1116.
58. Observ'Er, 2011: "Informe Solar Térmico y heliotermodinámico 2010". EurObserv'ER Report. Paris. (www.eurobserv-er.org)
59. Observ'Er, 2011: "The state of renewable energies in Europe". 11th. EurObserv'ER Report. Paris. (www.eurobserv-er.org)
60. Observ'Er, 2011: "Solar thermal and concentrated solar power barometer". Systemes Solaires, le journal des énergies renouvelables. n° 203. Paris.
61. Palmero Marrero, A. I., 2004: "Estudio de un sistema solar térmico utilizando dispositivos sombreadores de edificios". Tesis doctoral. Servicio de publicaciones de la Universidad De La Laguna. ISBN: 84-7756-598-8.
62. Pascual, P.; et al: "Pavimentos asfálticos sostenibles (PAS)". Proyecto Fénix.
63. Pich-Aguilera, F.; and Battle, T., 2009: "Remodelación de edificio para oficinas en el distrito 22@". Artículo en revista Tectónica nº 28, pp. 28-43. Editorial ATC Ediciones S.L., Madrid. ISSN: 1136-0062
64. Raeissi, M.; Taheri, M., 2000: "Skytherm: an approach to year-round thermal energy sufficient houses". Renewable Energy, Volume 19, issue 4 (April, 2000), p. 527-543. ISSN: 0960-1481
65. Roos, F., 1992. Patent classification: F24J 2/24; F24J 2/46. 27.06.90.
66. Sarrablo, V., 2004: "La cerámica avanzada". Artículo en revista Tectónica nº15. Editorial ATC Ediciones S.L., Madrid. ISSN: 1136-0062
67. Sen, T. F., 2006: "Colector solar integrado en una fachada". British Robertson, S. L. U. ed., Patent classification: F24J 2/04.
68. Solanas, T., 2008: "La fábrica del sol. Projecte del nou centre de recursos sostenible de Barcelona". Departament de Medi Ambient de l'Ajuntament de Barcelona.
69. Tripanagnostopoulos, Y.; Souliotis, M.; and Nou Sia, Th., 2000: "Solar collectors with colored absorbers". Solar Energy, 2000, vol. 68, no. 4, pp. 343-356. ISSN: 0038092X.
70. Vale, B.; and Vale, R., 1996: "La casa autosuficiente- The self-sufficient house". Editorial Tursen/Hermann Blume. ISBN: 84-87756-80-8
71. Van Bijsterveld, W.T.; Houben, L.J.; Scarpas, A.; and Molenaar, A.A.A., 2001: "Using paviments as solar collector. Effect on pavement temperature and structural response". Transportation Research Record, 1778: 140-148.
72. Wahab, H. A., et al., 2011: "Studies of control strategies for building integrated solar". Energy System. Kuala Lumpur ed., ISBN: 9781457713545.
73. Wang, R. Z.; and Zhai, X. Q., 2010: "Development of solar thermal technologies in China". Energy, 2010, vol. 35, no. 11, pp. 4407-4416. ISSN: 03605442.
74. Wendel, L. I., 1979: "Paving and solar energy system and method". Número de patente: 4132074.
75. Yáñez Parareda, G., 1982: "Energía solar, edificación y clima: elementos para una arquitectura solar". Obra Completa (Tomo 1 y 2). Madrid. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. ISBN: 8474332206.

Identificadores tecnológicos para la intervención energética en edificios protegidos: un caso práctico aplicado a un barrio en Madrid

Relevant Technical features for the energy renovation of listed buildings: a case study on Madrid's Recoletos area

Jose Ramón Gámez¹, [Pablo Villarejo](#)¹

ABSTRACT

El estudio de las posibles intervenciones sobre la envolvente de un edificio que contribuyan a reducir su demanda de energía en fase de utilización requiere, necesariamente, de un análisis de sus características geométricas y constructivas, con consideración de su uso. Cuando lo que se pretende es estudiar ese tipo de mejora no sobre uno, sino sobre un conjunto de edificios será necesario cierto grado de generalización, a través de la agrupación de edificios con características afines (tipificación). El proyecto de financiación europea "TABULA" es un ejemplo de identificación de tipos constructivos a los que es posible asimilar la mayoría del parque edificado en cada uno de los ámbitos geográficos considerados. Cuando los edificios del conjunto estudiado están, en general, protegidos culturalmente surgirá un caso particular respecto al descrito anteriormente: algunas características (de naturaleza muy diversa) asociadas a la envolvente habrán de protegerse, impidiendo que se realicen algunas de las intervenciones que ofrecerían cierto potencial de reducción de la demanda energética. Dicho de otra manera, existirá una limitación de las soluciones constructivas y de las superficies sobre las que es posible actuar. A este respecto el presente artículo toma un área urbana concreta y de cierta extensión, el Barrio de Recoletos, que forma parte del Distrito de Salamanca, en Madrid. Para ello se realizará un primer nivel de análisis de las viviendas existentes en los edificios protegidos, segmentándolas en función de dicho nivel de protección y de su posición en el edificio.

Key words: rehabilitación, edificación existente, patrimonio, envolvente, eficiencia energética.

(1) 2Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas E: p.villarejo@esarquitectura.org

Introducción

La Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios (EPBD, en sus siglas en inglés) permite a los Estados Miembros de la UE establecer, cuando la trasponen, exenciones para edificios protegidos culturalmente respecto a las exigencias mínimas de eficiencia energética introducidas en su artículo cuatro. Aunque la Directiva hace mención explícita al riesgo para la conservación en la justificación de dichas exenciones, el texto es vago y evita hacer referencia a la instalación de medidas alternativas compatibles con el carácter cultural del inmueble. Una exención similar aparece en la Directiva de Eficiencia Energética respecto a ciertas obligaciones de los Estados en lo que respecta a los edificios que poseen y ocupan (Villarejo, 2013).

En un primer momento la exención mencionada fue traspuesta directamente a la normativa técnica española de 2006 (Documento Básico de Ahorro de Energía, dentro del Código Técnico de la Edificación) pero en 2013, al introducirse a la versión actual, dicha excepción se eliminó. Desde entonces, el grado de cumplimiento de la norma en edificios protegidos ha de ser determinado, caso a caso, por las "autoridades competentes en materia de protección". (Orden FOM/1635/2013).

Además, dado que los edificios protegidos se utilizan en su mayoría de forma convencional, no existe ninguna razón para pensar que sus ocupantes estén dispuestos a aceptar condiciones de confort especiales o que dispongan de una mayor renta disponible para afrontar los costes energéticos, en comparación con los que trabajan o viven en edificios no protegidos. Por tanto, esos propietarios y ocupantes desearán en algún momento mejorar la eficiencia energética de sus inmuebles, un proceso para el que podrían recibir cierto apoyo, y que en general ofrecerá numerosos obstáculos regulatorios.

En 2009 el Parlamento Europeo planteó que la EPBD debería exigir a los estados Miembros ofrecer subsidios y asesoramiento técnico para programas de mejora de la eficiencia energética en edificios y centros urbanos históricos. (European Parliament, 2009), pero dicha enmienda fue rechazada por razones de subsidiariedad (es decir, se consideraba que los Estados Miembros eran los competentes para adoptarlas o no)

Proponemos, como primer paso en esa línea, el desarrollo por parte de los gobiernos locales de herramientas de información que sirvan a propietarios y ocupantes, así como a los funcionarios responsables de la protección de los edificios o del diseño de políticas de eficiencia energética, para identificar las mejores oportunidades de mejora energética del parque de edificios protegidos culturalmente.

Una herramienta basada en Sistemas de Información Geográfica (SIG) podría contribuir a realizar estudios iniciales de la totalidad de los edificios. Gracias a las tecnologías de la información resulta posible gestionar grandes volúmenes de datos para realizar análisis estadísticos espaciales rápidos.

Entre otras funciones, esta herramienta podría contribuir a identificar patrones y a establecer grupos de edificios a los que aplicar mecanismos públicos de apoyo análogos. Después, la misma base de datos podría emplearse para realizar un seguimiento del proceso de renovación.

Nuestro propósito es encontrar un sistema que permita a una institución pública llevar a cabo esta fase inicial de forma ágil y sin necesidad de invertir muchos recursos, reaprovechando información que los distintos niveles

Introduction

The Energy Efficiency of Buildings Directive (EPBD) allows Member States to exempt protected buildings from compliance with the minimum energy efficiency levels cited in its fourth article. Although the Directive explicitly links these exemptions with a risk of alteration of the character and appearance of the building, the text is somewhat vague and it does not require installing compatible, alternative measures. A similar exemption was introduced in the Energy Efficiency Directive, regarding the government-owned and occupied buildings renovation targets.

Initially, the mentioned exemption was literally transposed into the Spanish building regulations from 2006 ("Código Técnico de la Edificación – DB HE Ahorro de Energía"). Later in 2013, when the part on energy efficiency was updated and its current version adopted, the exemption was scrapped. Nowadays, the degree to which its requirements have to be applied to listed buildings has to be determined, on a case-by-case basis, by the "competent authorities for heritage protection" (Orden FOM/1635/2013).

Moreover, most heritage buildings are used in a conventional way and there is no reason to think that, on average, their users have different comfort needs -or disposable income to pay their energy bills- to those living or working in standard homes or offices. Therefore, owners and occupiers could be interested overtime in improving the energy efficiency of these heritage buildings, and should be encouraged to do that instead of facing all kind of regulatory hurdles.

In 2009, the European Parliament suggested that the EPBD should mandate Member States to "provide subsidies and technical advice for historic buildings or centres to undertake specific programmes for adaptation to energy efficiency". (European Parliament, 2009) but it was rejected on subsidiarity grounds (it was regarded as a national, not EU's, competence).

We propose that, as a first step, local governments should develop an information tool to support owners, conservation officers and policy makers in finding the best opportunities for the energy renovation of existing, listed buildings.

A GIS-based tool could help to conduct an initial survey targeting every heritage building. Thanks to information technologies, it is possible to manage these large amounts of data, performing fast statically and spatial analyses.

Among other applications, it would be possible to find patterns and to shape groups of buildings suitable for analogous public support mechanisms for renovation. Later, that database could be used to manage every recorded asset's renovation process.

Our aim is to find a way in which a public institution could carry out this initial phase in a fast and not resource-intensive way, using the information already possessed by different government levels, plus that from some public accessible services (such as aerial and street photography), and discarding any field work inside the buildings.

This paper will focus on 'Recoletos', an administrative area with around 800 listed and unlisted buildings that belongs to the Salamanca District in Madrid. An initial analysis will be carried out from the prism of policymaking. A limited number of basic categories for apartment units - the most common dwelling type in the area - will be set, based on their position inside the buildings to which they belong, the protection level of those buildings as well as their ownership regime. Then, we will try to quantify the relevance of each group in the listed stock. These data will be discussed and

de la administración ya poseen, así como la que puede encontrarse en otros servicios de acceso gratuito (por ejemplo, los de fotos aéreas e imágenes a nivel de calle) descartando así un trabajo de campo costoso.

El estudio que da soporte a este artículo se centra en el Barrio de Recoletos, con unos 800 edificios protegidos y no protegidos, que forma parte del Distrito de Salamanca, en Madrid. Realizaremos un análisis inicial desde la óptica del diseño de políticas de apoyo a la renovación, estableciendo una serie básica de categorías para pisos de viviendas (el tipo de vivienda más habitual en esta zona de la ciudad), basadas en su posición dentro del edificio, el nivel de protección de éste y su régimen de propiedad. A continuación, trataremos de cuantificar el peso de cada categoría en el total de apartamentos en edificios protegidos. Después de comentar las cifras obtenidas, se presentarán una serie de conclusiones sobre la utilidad y calidad de la información empleada con vistas a futuras aplicaciones en otras zonas de la ciudad y se propondrá el uso de fuentes de información adicional para obtener una imagen más precisa del parque edificado de Recoletos que hemos empezado a perfilar.

Metodología

El SIG que emplearemos se basa en la capa georeferenciada que ofrece la propia D.G. del Catastro. Ésta utiliza como polígono básico, además de la manzana, las parcelas catastrales, aunque incluye tantas entradas de una misma parcela como direcciones postales tenga asignadas. Normalmente la existencia de varias direcciones se debe a la existencia de dos o más edificios, o al menos a que un edificio está dividido en cierta medida, por ejemplo disponiendo de varios portales.

El Planeamiento de Madrid establece categorías de protección a edificios concretos (Ayuntamiento de Madrid, 1997) o sus elementos. Dado que la base georeferenciada descrita antes no trabaja con edificios, asignaremos el nivel de protección de un edificio a toda su parcela catastral, de modo que podría darse el caso de que, si solo alguno de varios edificios en una misma parcela está protegido, contemos las viviendas de toda la parcela como pertenecientes a un inmueble con protección, independientemente de en cuál se encuentren. Dado que esta situación es poco frecuente consideramos que el margen de error es reducido.

Los obstáculos citados, como ya se ha mencionado, no producirán grandes desvíos, pero restan valor a cifras muy exactas que por otra parte tampoco son necesarias, por lo que priorizaremos el uso de porcentajes sobre el total y de rangos de valores para ofrecer los resultados del trabajo.

En el mismo consideraremos relevantes seis categorías de protección a nivel de edificio del Plan General de Madrid de 1997 (Ayuntamiento de Madrid, 1997). El nivel 1, categoría "singular", protege edificios de valor histórico-artístico, así como los hitos urbanos; en el mismo nivel, en la categoría "integral", se protegen edificios con gran valor arquitectónico y ambiental. El nivel 2 corresponde en primer lugar a la protección "estructural", que preserva la volumetría y los elementos arquitectónicos más destacados. Y al grado "volumétrico", que como su nombre indica se centra en menor medida en la protección de elementos concretos, aunque puede incluirlos. Finalmente el nivel 3 se divide en la categoría "parcial", en la que se conservan elementos concretos y en la categoría "ambiental" en la que se insiste principalmente en elementos de la fachada tales como su composición y ritmos pero no necesariamente en la conservación física de la misma.

conclusiones on their quality and usefulness will be drawn to enhanced future analyses in other areas, along with some proposals for further data gathering and deeper analyses for the Recoletos area.

Methodology

Our database is founded in the GIS layer provided by the cadastre. Each plot, which can contain none, one or more buildings has a unique code and one or more postal addresses assigned. There is an entry for each postal address, meaning that some plots are counted twice or more. Often, multiple addresses mean that more than one building exists, or that one building is subdivided in some way (for example, two different entries for a hotel and office spaces in a large block).

Furthermore, Madrid's urban plan protects whole, or parts of, specific buildings (Ayuntamiento de Madrid, 1997). Therefore, a list and a map of protected buildings is available. For this research, as the GIS source described before doesn't make reference to buildings in the same way as planning tools do, the protection level granted to a building by urban planning will be extended to the whole plot and its address or addresses. Therefore, if a plot contains one listed and one or more unlisted buildings, every apartment in the plot will be counted as protected, irrespective of the actual protection of the building it belongs to. As plots with more than one building are scarce, the possible error margin is seen as small.

As the incidence of the obstacles mentioned before is not important but makes it difficult to provide actual figures, most results will be shown as a share (%) of the total stock, and/or as approximate ranges.

Six protection categories for individual buildings from Madrid's 1997 Plan are relevant to this paper: level 1, grade 'singular' protects those assets with the highest historical value and/or regarded as urban landmarks. Level 1, grade 'integral', protects high-quality buildings with architectural and urban landscape values. Level 2 'estructural' (structural) protects the volume and the main elements of a building; level 2 'volumétrico' (volume) is suited for buildings which are more relevant as part of the urban fabric, although some physical elements can be protected; level 3 'parcial' (partial) protects only some elements of a building; and finally level 3 'ambiental' (urban landscape) protects some features of the façade (such as composition, scale) but not necessarily its current construction (Ayuntamiento de Madrid, 1997)

Plots, and those buildings inside them, can be owned as a whole asset or as a sum of indecently-owned parts with rights over shared elements. Horizontally-divided buildings are not registered as a whole asset but they are subdivided in ownership units that tend to coincide with individual apartments plus a share of the common spaces in the building, and that, in some cases, are bundled to park spaces or shops. For wholly-owned buildings, the cadastre shows the main spaces inside them and provides their built surface and use.

Therefore, it is possible to gather data regarding the number of apartments in the buildings analyzed. As the way in which floors are numbered changes from one building to another, aerial and street-level photos of the building can be used to tell apart which are situated in each part of the buildings. We will work with three groups: the first encompasses the ground and all basement floors (including those which are slightly elevated over the pavement level). "Core" floors start above the ground floor and share a regular volume

La propiedad de las parcelas catastrales y los edificios en ellas puede estar horizontalmente dividida o no. Cuando existe tal división, las unidades resultantes suelen coincidir con viviendas completas y su participación sobre los espacios comunes (a veces van unidas a otros espacios, como plazas de garaje o comercios). En caso de no existir división, la ficha catastral detalla, en cierta medida, los espacios existentes incluyendo piso, superficie y uso. Dado que la numeración de las plantas cambia de un edificio a otro debemos contrastar estos listados con fotografías aéreas y a nivel de calle para contabilizar distintas posiciones en el edificio. Se emplearán tres grupos: el primero, agrupando sótanos, semisótanos y plantas bajas / entreplantas situadas ligeramente por encima del nivel de la acera. En segundo lugar, el bloque principal del que los planos de las fachadas principales son parte de su envolvente térmica. Finalmente, un tercer grupo de áticos y buhardillas, que ocupan volúmenes colocados por encima del anterior.

Aunque las fichas catastrales indican un uso característico según el sistema de clasificación de la D.G. Catastro, se utilizará, para la presente investigación, una relación de categorías y subcategorías de uso ad hoc acorde con el tejido que se está analizando. La definición de "residencial" usada es análoga a la que emplea el Instituto Nacional de Estadística en el Censo decenal (es decir, incluye distintos tipos de edificios donde las personas viven, incluyendo hoteles, cuarteles o residencias universitarias), pero en este caso se han excluido las residencias para religiosos que forman parte de un conjunto con un templo etiquetándolas como "uso religioso", lo que facilita el estudio. Los edificios se consideran residenciales aunque contengan algunos comercios y/o oficinas, siempre que éstos se sitúen en determinadas plantas y tengan un peso sensiblemente minoritario en la superficie del edificio. Cuando esa combinación de usos es más equilibrada entre viviendas y oficinas/ comercios, los edificios serán clasificados como de "uso mixto". En este artículo nos centraremos en la subcategoría de pisos de vivienda colectiva, en edificios residenciales o mixtos donde existe más de una vivienda.

Consideramos un inmueble como vivienda porque su ficha catastral indica que el uso del mismo es residencial. Dado que el Barrio de Salamanca resulta muy atractivo para que las empresas establezcan sus oficinas pero el espacio para ello es limitado, algunos pisos registrados como viviendas se utilizan como oficinas, con o sin licencia de actividad. Pese a esto, en esta primera fase de la investigación emplearemos el dato ofrecido por el catastro sobre el hipotético uso de los pisos.

Resultados

Existen en torno a 800 direcciones postales de parcelas catastrales en el barrio de Recoletos, de las que unas 600 contienen edificios protegidos, 500 de estas últimas contienen más de una vivienda y por tanto entran en el ámbito descrito anteriormente para este trabajo. La siguiente tabla expone la relación de direcciones de parcelas por nivel de protección de los edificios y su uso principal: (Tabla 1).

En esos casi 600 edificios hay al menos 7.100 viviendas bajo los criterios expuestos antes, de las cuales 450 están en planta baja o sótano, 5.500 en el volumen central del edificio y 1.175 sobre la cubierta de este o en el espacio bajo cubierta.

Uno de los análisis más obvios que pueden llevarse a cabo con los datos citados antes es el de establecer el

with the plane or planes of the main façades as part of their thermal envelope. A third group of loft / penthouse spaces, if exists, occupies a second volume over the former.

Although the cadastre identifies each asset's use under its own classification system, a list of use categories and subcategories has been designed for the purpose of this research. The meaning of "residential" applied is close to that used by the National Statistical Institute (INE) for the 10-year census, as assets where people live, (including not only houses and apartments but also hotels, nursing homes and student residences). Nevertheless, in this case those residences for the clergy, monks or nuns attached to churches have been labelled as "religious". Residential buildings may have commercial spaces and/or offices in them, but they occupy some specific floors and have a minority share of the total available space. When buildings are closer to be evenly shared between residential and commercial or office spaces, they are labelled as 'mixed use'. This paper will focus on a residential subcategory called "vivienda colectiva" (apartments) in both residential and mixed-use buildings with more than one apartment in them.

Real estate assets are identified for this research as apartments because the cadastre classifies them as 'residential' and there are more units of the same type sharing the same building. The Salamanca District attracts many companies but small/medium-sized office spaces are scarce. Therefore, a number of apartments are actually used as offices, with or without permission from the local government. In this phase, we will omit that situation and employ the cadastre's data on their –theoretical– use.

Results

The cadastre has 800 entries for Recoletos, of which almost 600 are listed, and nearly 500 of the latter contain two or more apartments. The next table shows the breakdown of addresses and parcels by protection level –of at least one of its buildings – and main use in each address: (Table 1)

In these approximately 600 buildings there are at least 450 apartments on basement and ground floors, around 1.175 penthouse apartments, and about 5.500 of them on intermediate floors, totalling approximately 7.100 dwellings.

One of the most straightforward operation that can be performed using the mentioned data is to find out the share of existing apartments by the protection level of the building to which each of them belongs, and by their position in it.

A more detailed assessment regarding the first column shows that approximately 325 apartments are located in ground floors, that is 72% of the total figure mentioned before.

Regarding the 1.175 penthouses and other underfloor apartments, they are located in 406 of the 600 buildings cited before, with an average of three units per building when we take into account only those buildings with one or more units of that kind. The most common figure is two units (44%) while insulated units are scarcer (16%).

Discussion

As it is shown in table two, 40% of the total number of apartments are in 'core' floors of partially protected ('parcial' grade) buildings. Commonly, buildings under this category in Recoletos have their external façades and

	Total	Edificios de vivienda colectiva Apartment blocks	Edificios de uso mixto que contienen viviendas Mxed-use buildings with apartments
Singular	17	1	0
Integral	58	43	2
Estructural	212	187	6
Parcial	280	237	10
Ambiental	29	8	1
Volumetrico	0	0	0
TOTAL	596	476	19

Tabla 1. Número de direcciones postales en parcelas catastrales en las que algún inmueble goza de protección urbanística por razones culturales

Table 1. Number of postal addresses in entries from the cadastre in which at least one building is listed for cultural reasons by the urban planning.

	Sótano / baja Basement / ground floors	Plantas normales 'Core' floors	Ático / buhardilla Penthouses / loft spaces	
Singular	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%
Integral	0,6%	6,6%	1,6%	8,8%
Estructural	2,6%	29,1%	6,1%	37,8%
Parcial	2,8%	40,2%	8,7%	51,8%
Ambiental	0,1%	1,3%	0,2%	1,6%
Volumetrico	6,3%	77,2%	16,5%	
	596	476	19	

Tabla 2. Porcentaje de viviendas en función del nivel de protección y su situación dentro del edificio.

Table 2. Share of apartments by protection level and position inside the building.

porcentaje de viviendas por nivel de protección del edificio y su posición en el mismo: (Tabla 2)

Un análisis más detallado del primer grupo muestra que de las aproximadamente 450 viviendas en plantas bajas y bajo rasante, 325 (72%) se encuentran en plantas bajas.

Los aproximadamente 1.175 áticos y buhardillas están localizados en 406 de los casi 600 edificios citados antes, con una media de 3 unidades por edificios que disponen de alguna. Una sexta parte cuenta solo con una vivienda de este tipo, mientras que el 44% tiene dos, la situación más común.

Discusión

Como se puede ver en la tabla 2, el 40% del total de viviendas se encuentran en el bloque intermedio de plantas definido antes, dentro de edificios con protección de categoría "parcial". Normalmente, para el barrio de Recoletos, la protección se refiere a fachadas principales y cajas de escaleras, aunque en algunos casos se pueden considerar adicional o alternativamente otros elementos. A ellas se suma un 29% más que se encuentra en las mismas plantas de edificios con protección estructural, en la que existe aún más posibilidad de protección de las fachadas, aunque pueden existir paños interiores con menor valor que los principales.

En este tipo de plantas la mejora de las propiedades térmicas de muros de fachada y sus huecos es esencial para la reducción de la demanda energética, así que los mecanismos públicos de apoyo e incentivación deberán centrarse en medidas alternativas al aislamiento exterior de las fachadas protegidas. Puede emplearse aislamiento interior, más invasivo, pero también el aislamiento de otras fachadas no protegidas, como las de patios de luces o patios de manzana.

En zonas y periodos con un mercado inmobiliario dinámico, una parte de los edificios habrá sufrido una renovación profunda. Si tomamos un ciclo de renovación de la envolvente medio de 30 años (Eurima, 2012) y partimos

staircases protected. In some cases, the preservation of other elements is also -or instead- mandated. A further 29% enjoy a stricter, "estructural" level of protection with even more often covers the main façades, although is still possible to find internal façades with less cultural value than the main ones.

For these apartments in 'core' floors, the improvement of the thermal features of both walls and windows will be key to reduce energy demand. Public support mechanisms should focus on alternative measures to the unfeasible external insulation of protected façades. These include internal insulation, but also the improvement of other not protected walls facing building / block internal courtyards.

In zones and periods in which the real estate market is dynamic, a share of their buildings may have undergone a deep renovation or even the substitution of all of the building elements that are not protected. If we take a 30 years average renovation cycle (Eurima, 2012) public action should focus on those assets built or renovated less recently, for example from 30 years ago backwards

Also their ownership structure will be relevant, at least in two ways. If buildings are wholly owned, operations will be streamlined as they depend on a smaller number of agents and different incentives will have to be offered, as there is not a direct benefit from energy savings. For divided ownership and when improvements are offset to unprotected walls, it is important to take into account how many apartments are in contact with protected and unprotected walls. Although the Spanish law makes the shared ownership of these elements clear, some dwellings could be more benefited than others in a time when the EU's mandate for independent heating metering is close to come into effect, so a balanced approach should be found.

Regarding penthouses, a sixth of all apartments in Recoletos are placed into this category. The most common typologies are two: first, constructions on top of the building with recessed façades and private terraces overlooking the street or an internal block courtyard or lofts under pitched roofs.

de la idea de que la conservación del inmueble y el paisaje cultural tiende a ser mejor si se evita que vuelva a ser objeto de promoción inmobiliaria, la acción pública deberá centrarse en inmuebles construidos o renovados hace más tiempo, por ejemplo antes de 1985.

La estructura de la propiedad también es importante. Cuando no existe división horizontal, las decisiones relativas a los procesos de renovación tienden a ser más ágiles, al depender de un número menor de agentes, y los incentivos han de ser diferentes puesto que la propiedad normalmente no se beneficia – al menos directamente – de los ahorros energéticos potenciales. Si existe división horizontal de la propiedad y se plantea la concentración de las mejoras en paramentos no protegidos, será importante considerar cuantas viviendas están en contacto con las fachadas protegidas, con éstas y las no protegidas, o con las últimas. Aunque la propiedad de estos elementos es sin duda alguna compartida, algunas viviendas podrían beneficiarse de la operación más que otras en un momento en que la contabilización individualizada de consumos está cerca de ser obligatoria.

Como indica la tabla dos, la sexta parte de las viviendas no unifamiliares de Recoletos son áticos o buhardillas. Las tipologías más comunes son dos: una construcción sobre la cubierta del volumen principal del edificio, normalmente retranqueada de la línea de fachada liberando espacio para una terraza de uso privativo; o un espacio bajo una cubierta inclinada.

Conclusiones

Las estrategias de renovación del parque edificado requieren un mejor conocimiento del mismo. Se dan gran cantidad de aspectos técnicos a considerar que después han de ser comparados con otros de tipo social, económico y cultural. El parque edificado existente es demasiado extenso para construir una base de datos que parta de cero y mantenerla actualizada. Sería mejor aprovechar fuentes de información existentes y coordinar el modo en que se diseñan (formularios, periodicidad, permisos para explotación de datos) para hacerlas más útiles.

Los análisis geoespaciales que toman en consideración la envolvente del edificio, su uso y estructura de la propiedad y nivel de protección ofrecen nuevos puntos de vista para el diseño e implementación de políticas de rehabilitación. No obstante, el acceso a la gran cantidad de datos existente es difícil, y una vez disponibles requieren un esfuerzo importante antes de automatizar cualquier tarea.

Por tanto, la investigación adicional en las fuentes de datos que hemos mencionado, cruzadas con otras nuevas, resulta prometedor, pero también es muy necesario investigar, como ya se ha mencionado, cómo mejorar el diseño y gestión de las bases de datos públicas.

Investigaciones futuras

El siguiente paso es la comparación de superficies de partes de la envolvente térmica de los edificios en función de su nivel de protección y el sistema constructivo empleado en ellos. Al mismo tiempo, se están desarrollando indicadores sociológicos y económicos, que son aplicados a cada edificio de la zona estudiada.

Si finalmente es posible superponer esas aproximaciones, será más fácil desarrollar un número limitado de paquetes de apoyo para la renovación, más apropiados para los edificios a los que se aplican que medidas genéricas.

Conclusions

A better knowledge of the building stock is essential to develop good strategies for its renovation. There is a large amount of technical features to be taken into account and to later compare with societal, economical, or cultural aspects. The building stock is too large to gather all information needed from scratch and to keep it updated. It would be better to take advantage of existing sources, and also to coordinate the way they are designed (forms, periodicity, permission to exploit data) in order to make them more useful.

Performing geospatial analyses using data related to each buildings envelope, its use and ownership structure and protection level offers new insights for policy design and implementation. However, the vast amounts of available data are not only difficult to be accessed but still require a lot of manual work before the automatic processes can start.

Therefore further research based on mentioned and other sources of data seem promising but also work on a better design and management of public databases is needed.

Further research

The next step planned involves comparing the surfaces of protected and unprotected parts of the building envelope; and those of the main groups of building techniques used in them. At the same time, societal and economic indicators are being developed and set for each building in the area.

If, in a final stage, these heterogeneous approaches are successfully combined, it will be easier to design a limited number of comprehensive energy improvement support strategies / packages, which will be more suited to their respective target buildings than general energy renovation policies for buildings.

Agradecimientos

Oficina Española de Cambio Climático. Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía. D.G. de Política Financiera, Tesorería y Patrimonio de la Comunidad de Madrid. Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid. Empresa Municipal de Vivienda y Suelo de Madrid. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. AYUNTAMIENTO DE MADRID (2007) Compendio de Normas Urbanísticas del PGOUM-97. Madrid: Ayuntamiento de Madrid.
2. EURIMA (2012) Renovation Tracks for Europe Up to 2050. Colonia: Ecofys.
3. EUROPEAN PARLIAMENT (2009) Draft report on the proposal for a directive of the European Parliament and the Council on the energy performance of buildings (recast) 2008/0223(COD) European Parliament, Brussels, Belgium
4. VILLAREJO, Pablo (2013) "Analysis of Madrid's heritage building stock for the development of specific energy renovation policies". In Proceedings of the 4th European conference on energy efficiency and sustainability in architecture and planning. Universidad del País Vasco. Leioa, Spain
5. Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Boletín Oficial del Estado, 12 de septiembre de 2013, número 219, págs. 67137-67209.

Vulnerabilidad de la ciudad frente a las infraestructuras. Evaluación de la sostenibilidad ambiental de la ciudad en el entorno del ferrocarril

Vulnerability of the city from infrastructure. Evaluation of the
environmental sustainability of the city in the railroad area

Francisco Zaragoza Saura¹, Vicente Iborra Pallarés¹

RESUMEN

"El paisaje de las infraestructuras lo envuelve todo". Este podría ser un lema breve y sucinto para definir la realidad urbana y territorial emergente en estos comienzos del S.XXI.

Sin embargo, a pesar de su potencial espacial, ciudades e infraestructuras se han dado mutuamente la espalda, asignándose a estas últimas un papel sectorial. Todas ellas ocupan un espacio físico que muchas veces escapa al control de la ciudad y sin embargo condicionan drásticamente el desarrollo de la misma. La sutura que a día de hoy produce la llegada del ferrocarril en Alicante ejemplifica de forma muy clara esta problemática.

Es tarea de la urbanística contemporánea dotar a la ciudad de la capacidad de integrar las infraestructuras en la estructura urbana con criterios de sostenibilidad adecuados, sin alterar la funcionalidad de las mismas y sin que estas vulneren la compacidad, complejidad, eficiencia y cohesión social de la ciudad.

Desde mediados de la década de los 80 del pasado siglo, el ferrocarril ha pasado de constituir un problema a ser una oportunidad para esta transformación. Para ello ha sido necesario que apareciesen las líneas de Alta Velocidad. Si el ferrocarril decimonónico supuso un factor que impulsó y dirigió la prosperidad y el crecimiento de la ciudad, con el tiempo se convirtió en un obstáculo para construir espacios urbanos de calidad. Sin embargo la aparición de esta nueva infraestructura, paralela a la histórica, se ha constituido en catalizador de unas transformaciones urbanas que de otro modo habrían sido difíciles de acometer. En la actualidad la infraestructura ha llegado a la ciudad sin que su relación con la ciudad haya sido resuelta.

Las administraciones entre tanto se encuentran desarrollando el planeamiento que deberá abordar este futuro incierto. Desde la Universidad de Alicante nos propusimos mostrar visiones alternativas a la versión "oficial".

Para ello, tomando como referencia la "Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio ambiente urbano", decidimos medir la sostenibilidad actual del ámbito.

Para evaluar la sostenibilidad ambiental de la zona de trabajo, se propusieron una serie de indicadores que pudieran ser calculados a partir de una toma de datos extensa, pero que pudiera realizarse con los escasos medios y tiempo con que cuentan los alumnos. El objeto es, por tanto, detectar las carencias que presenta el entorno para que formen parte de los temas a tratar en las propuestas posteriores. Más allá incluso de esos barrios se ha tenido en cuenta la realidad de la ciudad en su conjunto cuando el cálculo del indicador lo exige. No se trabaja, por tanto, sobre un fragmento urbano aislado, sino que se hace en el contexto de una ciudad.

Tratamos de medir la realidad con un objetivo múltiple: que sirviera de base conceptual desde la que proyectar un posible futuro, que su resultado permitiera mostrar a la ciudadanía la realidad "en números" de lo que conocen (mediante una web y una exposición) y que completara el itinerario docente de una promoción de alumnos de Arquitectura.

Key words: Ciudad, Vulnerabilidad, Infraestructura, Sostenibilidad, Indicadores. City, vulnerability, infrastructure, sustainability, indicators.

(1) Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante. E: fco.zaragoza@ua.es

Introducción

Hasta no hace mucho el concepto de infraestructura se vinculaba al territorio, cuando a éste último se le llamaba "campo" como noción antagónica a "la ciudad". La ruptura de este binomio decimonónico es precisamente uno de los desencadenantes de la urbanística moderna.

Por el contrario, en la actualidad, ciudad y territorio se funden en un tejido nuevo en el que los conceptos de límite, continuidad, lleno-vacío, paisaje, etc. se vacían del contenido referencial que han tenido en la tradición urbanística.

Independientemente de las razones estratégicas del origen de cada ciudad, la evolución de las mismas se puede estudiar a partir de las infraestructuras con las que ha contado. Alicante es un claro ejemplo de ello. Su huerta se desarrolló gracias a la construcción del Pantano de Tibi que aseguró un caudal de aguas para riego constante y, por tanto, el aprovisionamiento de productos de primera necesidad. Su puerto permitió comerciar con los productos que se obtenían en esa huerta. Al ser el puerto marítimo más próximo a Madrid, y posiblemente el que cuenta con un acceso más sencillo, aparece a final del siglo XIX la línea ferroviaria que, unida a la infraestructura portuaria, se convierte en el binomio perfecto para potenciar el desarrollo de la ciudad. En el siglo pasado el aeropuerto se convirtió en la última gran infraestructura de Alicante.

Sin embargo, a pesar de su potencial espacial, ciudades e infraestructuras se han dado mutuamente la espalda, asignándose a estas últimas un papel sectorial. Todas ellas ocupan un espacio físico, el cual muchas veces escapa al control de la ciudad y sin embargo condicionan drásticamente el desarrollo de la misma. La sutura que a día de hoy produce la llegada del ferrocarril en Alicante, a una "estación de Madrid", que en origen se encontraba aislada, ejemplifica de forma muy clara esta problemática.

Desde mediados de la década de los 80 del pasado siglo, el ferrocarril ha pasado de constituir un problema a ser una oportunidad para esta transformación. Para ello ha sido necesario que apareciesen las líneas de Alta Velocidad.

Introduction

Until very recently the concept of infrastructure was linked to the territory, when this was called "field" as an antagonistic notion to "the city". The breaking of this nineteenth-century binomial is precisely one of the triggers of the modern urban development.

On the contrary, city and territory merge today into a new tissue in which the concepts of limits, continuity, full-empty, landscape, etc. lacks the referential content that they have had on the urban tradition.

Regardless of the strategic reasons for the origin of each city, their evolution can be studied from the infrastructure that they have had. Alicante is a clear example of this. Its vegetable garden was developed thanks to the construction of the Tibi swamp, which ensured a flow of water to constant irrigation and, therefore, the supply of staples. Its port allowed to trade with products obtained in that orchard. Being the nearest seaport city to Madrid and probably the one with the easiest access, the railway line appears at the end of the 19th century, which, combined with the port infrastructure, becomes the perfect combination to promote the development of the city. In the last century it became the largest infrastructure of Alicante after the airport.

However, despite their spatial potential, cities and infrastructures have turned their back to each other. A sectorial role was assigned to the last one. They all occupy a physical space, which often escapes to the control of the city and, however, drastically conditions its development. Today, the suture produced by the arrival of the railroad to Alicante, to a Madrid "station", which was originally isolated, exemplifies in a very clear way this problem.

Since the middle of the 80s of the last century, the railway has developed from being a problem to become an opportunity for this transformation. For this purpose it has been necessary that high speed lines appear. The emergence of this new infrastructure, parallel to the historic one, together with the decision to use it as a method of connecting all provincial capitals with the political and



Fig. 1. Imagen aérea del ámbito de trabajo. Alumnos: Javier Ballester, Antonio Manuel Durá, María Elina Marco y Laura Martín. Junio 2014.

Aerial image of the work area. Students: Javier Ballester, Antonio Manuel Durá, María Elina Marco and Laura Martín. June 2014.

La aparición de esta nueva infraestructura, paralela a la histórica, junto con la decisión de emplearla como método de conexión de todas las capitales de provincia con el centro político y administrativo de la nación, se ha constituido en catalizador de unas transformaciones urbanas que, si bien antes eran igualmente necesarias (el problema del soterramiento de las vías en Alicante es independiente de si esas vías son para un tren convencional o de Alta Velocidad), sin esa decisión política, habrían sido imposibles de acometer. Y así llegamos a la situación actual, en la que ha llegado la infraestructura (desde el 18 de Junio de 2013 Alicante está conectada con AVE con Madrid), lo cual a nivel económico y representativo es un éxito indiscutible, pero no tanto el modo en que se ha producido. Así pues, a nuestro entender, la forma en que se relacionan ciudad e infraestructura sigue sin resolver.

Desde un primer momento la relación entre ambas ha sido "difícil" por decirlo de alguna manera. El ferrocarril llegó al punto de accesibilidad más sencillo, el lateral del barranco de San Blas, en el denominado Llano del Espartal, quedando alejado de la ciudad, distante y fuera de ella. A partir de ese momento la ciudad se fue extendiendo envolviéndola y dejando una herida abierta de aproximadamente 2Km entre barrios que históricamente se han dado la espalda, si bien estaban distantes escasos metros. Por último la forma en la que ha llegado el tren de Alta Velocidad ha sido tumultuosa (con gran repercusión en la ciudad y sus ciudadanos) y forma parte de un proceso inconcluso. De nuevo tenemos la infraestructura, pero la forma en la que la ciudad se relaciona con ella está por decidir. Como último dato, la imagen final que AVANT (sociedad pública encargada de gestionar la llegada de la Alta Velocidad a la ciudad) presenta es la de una estación intermodal ocupando la posición de la actual, y un teórico "parque central" ocupando la huella de la actual playa de vías y parcelas anexas, cuya definición normativa más avanzada es el Plan Especial OI/2 Renfe, que recientemente ha sido sometido a información pública.

En el caso de la operación de soterramiento, estamos ante una clase especial de *Área de Impunidad*. Una parcela de titularidad pública propuesta para convertirse en el mayor espacio público de la ciudad pero que a día de hoy carece de los atributos que definen lo público o lo colectivo de la ciudad. Así pues esta zona está llamada a generar el mayor espacio vacante de la ciudad, sólo comparable en superficie con los elementos estructurales que conforman el paisaje de Alicante: la playa del Postiguet, el monte Benacantil o la Serra Grossa.

administrative centre of the nation, has become a catalyst of urban transformations. Although they were before equally necessary (the problem of the burying of the routes on Alicante is independent of whether these paths are for a conventional train or high speed), this would have been impossible to make without the political decision. And so we arrive at the current situation: from June 18, 2013 Alicante is connected to Madrid with high speed rails. Its economic and representative level is an unquestionable success, but not so much the way in which it has been done. So, from our point of view, the form to relate city and infrastructure remains unresolved.

Initially, the relationship between both has been 'difficult', so to say. The railroad reached the point of easier accessibility, the side of the ravine of San Blas, in the so-called Llano del Espartal, staying far away from the city. Since then the city has been extending wrapping it and leaving an open wound of approximately 2Km between district neighbourhoods that historically have been given back, although they were few meters far from each other. Finally, the way in which the high-speed train has developed has been tumultuous (with major impact on the city and its citizens) and it takes part of an unfinished process. Again we have the infrastructure, but the way in which the city is related to it is still to be decided. As the last data, the final image presented by AVANT (public corporation responsible for managing the arrival of high speed) is an intermodal station occupying the position of the current one and a theoretical "central park", occupying the footprint of current routes and plots adjoining, whose latest normative definition is the OI/2 Renfe Special Plan, recently exposed to public information.

In the case of the underground operation, we are faced with a special kind of *Area of impunity*. A public ownership plot proposed for becoming the largest city public space but which is today lacking the attributes that define the public or collective in the city. Thus this area is called to generate the largest space vacant city, only comparable in surface with structural elements that make up the landscape of Alicante: Postiguet Beach, mount Benacantil, or Serra Grossa.

This text contains the results obtained in the analysis of the workshop phase "infrastructures and city: from Llano del Espartal to Central Park" developed during first semester of the academic year 2013-2014 in the 4th urban course of Architecture (Department of Construction and Urbanism / Polytechnic School) of the University of Alicante, which has been directed by the professors José Ramón Navarro, Vicente Iborra and Francisco Zaragoza. Both numerical

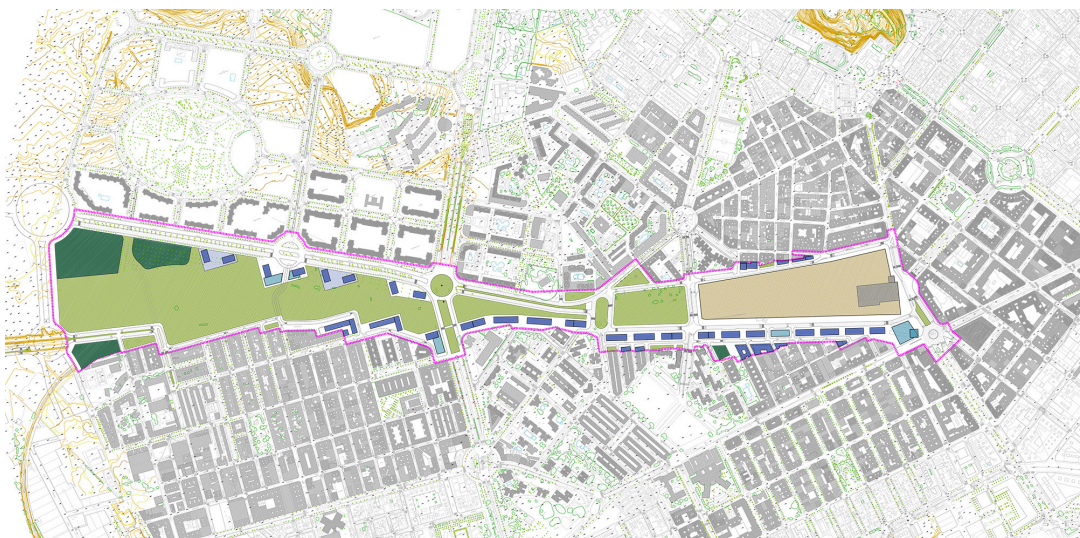


Fig. 2. Plan Especial OI/2 RENFE. Alicante. Versión preliminar. Planta General / Ordenación Propuesta en el momento de realización del ejercicio docente descrito. Borja de Madaria y Esmeralda Martínez, arquitectos. AVANT. Junio 2012.

OI/2 Renfe Special Plan. Alicante. Preliminary version. General plant / management proposal at the time of the described teaching exercise. Borja de Madaria and Esmeralda Martínez, Architects. AVANT. June 2012.

El presente texto recoge los resultados obtenidos en la fase de análisis del taller "INFRAESTRUCTURAS Y CIUDAD: Del llano del Espartal al Parque Central" desarrollado durante el primer semestre del Curso 2013-2014 en la asignatura de Urbanística IV de Arquitectura (Departamento de Edificación y Urbanismo / Escuela Politécnica Superior) de la Universidad de Alicante que ha sido dirigido por los profesores José Ramón Navarro, Vicente Iborra y Francisco Zaragoza. Los resultados, tanto numéricos como gráficos que se muestran, han sido seleccionados entre los elaborados por los alumnos que cursaron la asignatura. Posteriormente estos resultados fueron editados y recopilados por Javier Ballester, Antonio Manuel Durá, María Elina Marco y Laura Martín⁽¹⁾.

La medición de la sostenibilidad ambiental como método docente

Para realizar esta medición se tomó como texto de referencia la "Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio ambiente urbano", convertida a partir de entonces en nuestro texto docente, aportándonos los baremos suficientes para poder emitir, como consecuencia del trabajo, unas conclusiones sobre la realidad existente.

Así se define un ámbito de trabajo común para todos los grupos, que engloba no sólo la delimitación del Plan Especial OI/2 RENFE de Alicante, sino todos los barrios adyacentes a la zona de trabajo. Por otro lado, a cada grupo se le asigna una selección de indicadores sobre los que tendrá que trabajar para obtener el análisis de forma conjunta.

El objeto es, por tanto, detectar las carencias que presenta el entorno para que formen parte de los temas a tratar en las propuestas posteriores. Más allá incluso de esos barrios, y aunque el trabajo se centre en el área citada, se ha tenido en cuenta la realidad de la ciudad en su conjunto cuando el cálculo del indicador lo exige. Esto tiene especial importancia en aquellos indicadores basados en el estudio de redes (espacio verde, viarios peatonales, transporte público, red ciclista, equipamientos...).

El análisis de la sostenibilidad a partir del sistema de indicadores parte del deseo de una ciudad compacta, compleja, eficiente y cohesionada socialmente. El conjunto de indicadores se distribuye en siete grupos: Ocupación de suelo, Espacio público, Movilidad, Complejidad, Biodiversidad, Metabolismo y Cohesión social. Como no puede ser de otra manera, el empleo de una herramienta de estas características requiere una contextualización previa y una selección de los mismos. Así, como paso previo, se realizó una selección de 21 indicadores representativos que nos permitiera valorar la sostenibilidad y habitabilidad del entorno de trabajo.

Los motivos que nos decantaron por esos indicadores y no otros pueden resumirse en dos:

El primero tendría que ver con los objetivos docentes de la asignatura. La intención última del trabajo no era tanto realizar una certificación "real" (a la manera que propone la propia *Guía*, por ejemplo) que acreditara la sostenibilidad de un determinado ámbito, sino que los alumnos manejaran los indicadores de sostenibilidad como una herramienta más de proyecto. Así, desde este punto de vista, los pertenecientes al ámbito de gestión y gobernanza contenidos en el documento de referencia quedarían fuera de estos objetivos específicos de la asignatura, por poner un ejemplo. Por otro lado se ha intentado que

and graphical displayed results have been selected among those made by students who attended the course. Later these results were edited and compiled by Javier Ballester, Antonio Manuel Durá, María Elina Marco and Laura Martín⁽¹⁾.

The measurement of environmental sustainability as a teaching method.

To make this measurement, the text "Methodological guide for systems audit, certification, or accreditation of quality and sustainability in the urban environment" was taken as reference text, transformed since then in our teaching text. It has given us the enough scales to be able to issue conclusions on the existing reality as a result of the work.

In this way a common work area for all groups is defined, encompassing not only the delimitation of the Special Plan OI/2 RENFE Alicante, but all of the neighbourhoods adjacent to the work area. On the other hand, each group is assigned a selection of indicators on which they will have to work to get the analysis together.

Thus, the aim is to detect deficiencies in the environment in order to be part of the issues to be addressed in subsequent proposals. Beyond those neighbourhoods, and though the mentioned work is about this described area, the reality of the city as a whole has been taken into account when the calculation of the indicator has required it. This is especially important in those indicators based on the study of networks (green space, pedestrian road, public transport, cycling network, equipment...).

The analysis of sustainability from the system of indicators is based on the desire of a compact, complex, efficient and cohesive social city. The set of indicators is divided into seven groups: occupation of land, public space, mobility, complexity, biodiversity, metabolism and social cohesion. Logically, the use of a tool of these features requires a previous contextualization and a selection of them. Thus, as a preliminary step, there was a selection of 21 representative indicators allowing us to assess the sustainability and liveability of the work area.

The reasons why we opted for these indicators can be summed up in two:

The first one would have to do with educational objectives on the subject. The last work intention was not so much to make a "real" certification (in the way proposed by the own *guide*, for example) that proved the sustainability of a particular field, but students manage sustainability as one more tool of the project. So, from this point of view, those belonging to the field of management and governance contained in the reference document would be outside of these specific objectives of the subject, for example. On the other hand, we have tried that students yet know the indicators which, at the discretion of the faculty, can be the most determinant for measuring the "sustainability" and at the same time, can be treated from the point of view of urban development discipline, covering the whole of the remaining thematic areas.

The second one would be related with the means at our disposal. To perform a certification under the proposed terms by the *Guide*, it would be necessary to have a system of geographic information management and a large amount of statistical data (as the same team editor recommended in the document of the *Special Plan of indicators of environmental sustainability in the urban activity of Seville*). The reality is that now days they are very few students who handle with this type of software and even though, the statistical data at our disposal are limited. Therefore the

los alumnos conozcan los indicadores que, a criterio del profesorado, pueden ser los más determinantes para medir la "sostenibilidad" y que al mismo tiempo pueden ser tratados desde el punto de vista de la disciplina urbanística, abarcando la totalidad de los ámbitos temáticos restantes.

El segundo estaría relacionado con los medios a nuestra disposición. Para realizar una certificación en los términos propuestos por la *Guía* sería necesario contar con el manejo de un Sistema de Información Geográfica y de gran cantidad de datos estadísticos (tal y como el mismo equipo redactor recomendaba en el documento del *Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla*). La realidad es que a día de hoy son muy pocos los alumnos que manejan este tipo de programas informáticos y, aunque los manejaran, los datos estadísticos a nuestro alcance son limitados. Por tanto la selección de indicadores se tenía que ceñir a aquellos cuyos datos de partida se pudieran extraer de una base cartográfica actualizada del ámbito de trabajo, de los datos de población extraídos del padrón, de la información pública accesible en la web (por ejemplo trazados de líneas de transporte público o carril bici) y, sobre todo, un exhaustivo trabajo de campo que permitiera a los alumnos conocer de primera mano el ámbito de trabajo.

Si bien el resultado así obtenido no es una certificación de la sostenibilidad del ámbito "completa", creemos que con los datos manejados estamos muy cerca de los valores "reales" existentes en el ámbito y que se hubieran obtenido de haber contado con las herramientas anteriormente descritas.

La evaluación de la sostenibilidad ambiental del ámbito del soterramiento ferroviario en la ciudad de Alicante

No menos importante que la familiarización con la herramienta ha sido el trabajo posterior de diagnóstico que al mismo tiempo ha servido como base para los siguientes trabajos propositivos de la asignatura (los cuales quedan fuera del ámbito del presente trabajo). Los resultados que arroja el análisis del ámbito pueden resumirse en los siguientes:

Se cumplen los objetivos de ocupación de suelo, el mínimo de compactación absoluta y el deseable de densidad de viviendas. Así se obtiene por ejemplo que el 91.8% del suelo urbano tiene una densidad superior a 80 Viv/Ha o que el 72.81% del mismo tiene una Compactación Absoluta superior a 5m. Estos resultados apoyan el modelo metodológico que hay detrás de la *Guía*, que parte de la consideración de que la ciudad consolidada que hemos construido hasta las últimas décadas presenta, al menos morfológicamente, algunas características propias de la ciudad compacta, compleja, eficiente y cohesionada socialmente. Así por ejemplo se puede comprobar fácilmente que es precisamente en la zona de nuevos desarrollos (PAU's desarrollados a partir de los años 90) donde no se alcanzan los valores mínimos propuestos.

Como era de esperar, la habitabilidad del espacio público está muy por debajo del nivel deseado; así, tenemos que no se cumplen los mínimos de compactación corregida (sólo en 19 de los 72 cuadrantes se alcanzan valores entre 10 y 50m), accesibilidad del viario (sólo el 35.69% de los 917 tramos de calle presentan una accesibilidad suficiente), espacio viario destinado al peatón, o percepción visual del verde urbano (sólo un 10.10% de los tramos de viario existentes presentan más de un 10% de volumen de "verde"). Únicamente obtiene un balance positivo el espacio

selection of indicators had to stick to those whose baseline data could be extracted of an updated cartographic base of the work scope, of the population data taken from the census, of the accessible public information on the web (e.g. lines of public transport or bike paths) and above all of an exhaustive field work, allowing students to see firsthand the already mentioned scope of work.

While the result so obtained is not a certification of the sustainability of the field "full", we believe that we are very close to the existing "real" values with managed data which were caught taking into account the previously described tools.

Evaluation of the environmental sustainability in the railroad area in the city of Alicante.

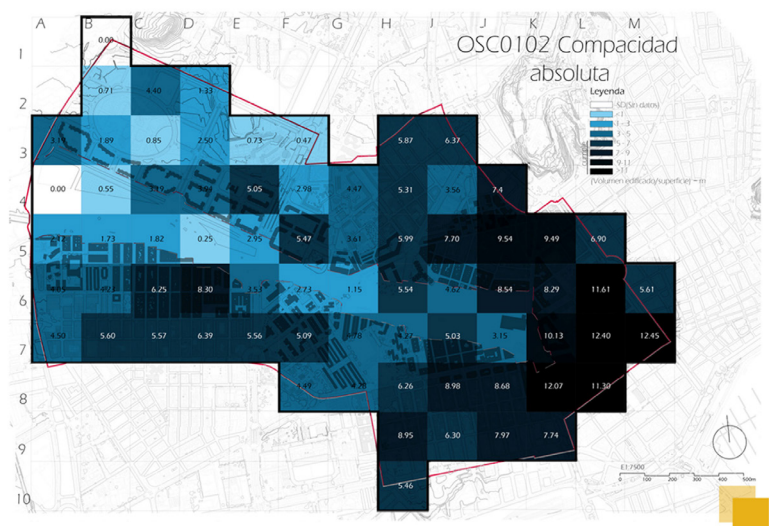
No less important that familiarity with the tool has been the subsequent work of diagnosis, which at the same time has served as the basis for the following propositional works of the subject (which are beyond the scope of this study). The analysis results of the field can be summarized as follows:

The objectives are met for occupation of land, the minimum absolute compactness and the desirability of housing density. This makes, for instance, that 91.8% of urban land has a density higher than 80 dwellings per hectare or that 72.81% of it has an absolute compactness exceeding 5m. These findings support the methodological model that is behind the *Guide*, which is not other than thinking that the consolidated city we have built up to the last few decades has, at least morphologically, some characteristics of the compact, complex city, socially efficient and cohesive. So, for example, you can easily check that it is precisely in the area of new developments (PAU's developed from the 1990s) where the proposed minimum values are not being reached.

As expected, the habitability of the public space is far below the desired level. As well, we realize that corrected compactness minimums are not being achieved (only in 19 of the 72 quadrants are reached values between 10 and 50m.), as well as accessibility of the road (only the 35.69% of 917 street sections show one sufficient accessibility), road space for the pedestrian, or visual perception of urban green (only a 10.10% of existing stretches of road has more than 10% of the volume of "green"). Positive space for staying per capita (with a value of 23.3m²) has only been achieved when we see the graphical representation, for this

Fig. 3. Representación gráfica del indicador de Compactación Absoluta. Alumnos: Juana María García, Ana Belén Hernández, Inmaculada Jiménez, Marta López y Marta Sagredo. Junio 2014.

Graphical representation of the compactness absolute indicator. Students: Juana María García, Ana Belén Hernández, Inmaculada Jiménez, Marta López and Marta Sagredo. June 2014.



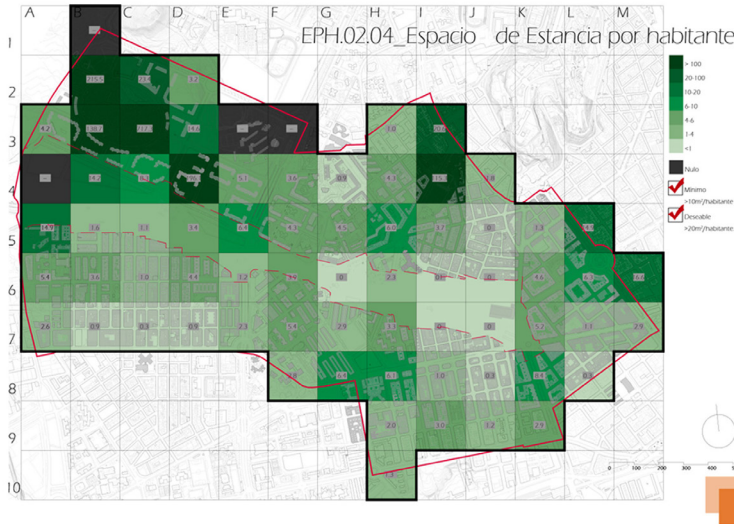


Fig. 4. Representación gráfica del indicador de Espacio de Estancia por Habitante. Alumnos: Verónica Amorós, Víctor Manuel de la Torre, Karen Roda, Gumersindo Gil y Bora Kim. Junio 2014.

Graphical representation of the stay space per capita indicator. Students: Verónica Amorós, Víctor Manuel de la Torre, Karen Roda, Gumersindo Gil and Bora Kim. June 2014.

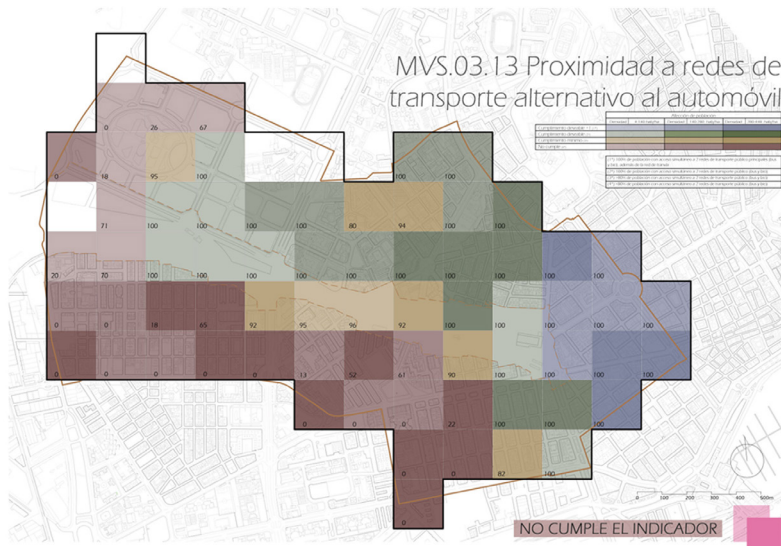
de estancia por habitante (con un valor de 23.3m²) si bien en el momento que veamos la representación gráfica, dado que este indicador no mide por malla, sino por población, observaremos que este espacio de estancia se encuentra completamente concentrado alrededor de los grandes espacios verdes existentes. Esta "mala" distribución tiene automáticamente su reflejo en el incumplimiento de la compactidad corregida que sí tiene en cuenta su distribución geográfica en base a la malla establecida de 200x200m.

En relación directa con lo anterior, en lo relativo a la movilidad, el ámbito alcanza pésimos resultados en relación a la proximidad a redes de transporte alternativo al automóvil (menos del 80% de la población tiene acceso al menos a 2 sistemas de transporte público alternativo) o al espacio viario peatonal (en sólo un 9,72% del espacio público se cumple que el 60% de la superficie de viario esté destinada al uso peatonal).

El ámbito presenta valores que podríamos calificar como medios en cuanto a la complejidad urbana, donde se alcanza el objetivo mínimo en cuanto a proximidad a actividades comerciales de uso cotidiano (el 86% de la población tiene acceso a 6 actividades de uso cotidiano), y se está muy próximo a alcanzar el valor propuesto de continuidad espacial y funcional de la calle (se alcanza un 24.3% de tramos con interacción alta o muy alta). Sin embargo no se alcanza el equilibrio entre actividad y residencia (sólo el 14% de la superficie estudiada presenta un reparto entre actividad y residencia superior al 15%).

Fig. 5. Representación gráfica del indicador de Proximidad a Redes de Transporte Alternativo al Automóvil. Alumnos: Juana Aparicio, Irene Olmedo, Carmina Revert, Óscar Romero y Ana Van der Hofstadt. Junio 2014.

Graphical representation of the indicator of proximity to alternative transport to the car. Students: Juana Aparicio, Irene Olmedo, Carmina Revert, Óscar Romero and Ana Van der Hofstadt. June 2014.



indicator does not measure by mesh, but by population. In that way we will observe that this space of staying is fully concentrated around the large green spaces. This "bad" distribution is automatically reflected in the breach of the corrected compactness, which takes into account their geographical distribution on the basis of the established mesh's 200x200m.

In direct relation to the above, regarding mobility, the field reaches lousy results in relation to the proximity for other alternatives to automobile transport networks (less than 80% of the population has access at least to 2 alternative public transport systems) or for pedestrian road space (in only 9.72% of the public space is 60% of the road surface intended to be for pedestrian use).

The field presents values that we could qualify as media regarding the urban complexity, where it reaches the minimum target in terms of proximity to commercial activities of daily use (86% of the population has access to 6 activities of daily use), and it is very close to reach the proposed value of spatial and functional continuity of the street (it has reached 24.3% of sections with high or very high interaction). However, the balance between activity and residence is not reached (only 14% of the studied surface presents a deal between activity and residence higher than 15%). Regarding this last indicator we have to say that possible contradictions have been detected, such as that highly commercial core areas do not comply with the proposed values, even taking into the calculation of the indicator not only commercial premises with activity, but also the closed ones, these values are still not achieved. So, the results of this indicator particularly lead us to think that there could be a mistake either in data collection or in the calculation of the indicator.

Probably the worst overall results are obtained by the quality and amount of green space and biodiversity, from which five indicators have been obtained without reaching the minimum in none of them. Thus, neither the biotic index of soil (in only 20 of the 72 quadrants a biotic index for more than 0.20 has been reached), or the green space per capita (3.6m² per capita), or the proximity to simultaneous green areas (since not all people have simultaneous access to the 3 types of green space) or the density of trees is optimal, which comes to its bigger extent when the absence of urban green corridors is confirmed. Also reviewing the graphic documentation you can see that the few achieved positive values are concentrated in large green areas of the "new" areas, taking in consideration the large beach footprint of railways as a permeable soil.

Conversely, the best overall results are obtained in urban metabolism, fulfilling the desirable objective both in proximity to waste collection points and recycling points.

Finally, despite a certain underfunding, the results regarding the social cohesion are not bad as a whole. Here we have a few apparently contradictory values. In terms of provision of equipment (for plot surface), the central areas and neighbourhoods developed before the last 20 years presents underfunding for the resident population. However, in these tissues there is a greater proximity to the existing equipment (although they are insufficient by surface) by what the indicator of accessibility is met. By contrast, in the area developed in the last years (PAU1), in which reached values of staffing are acceptable, the proposed simultaneous accessibility levels are not achieved.

All this confirms the hypothesis of the vulnerability of the field of study, largely caused by the presence of large railway infrastructure. It is time to suture the wound, for which it

Respecto de este último indicador, hemos de decir que se han detectado posibles contradicciones, ya que áreas centrales altamente comerciales no cumplen con los valores propuestos, e incluso tomando para el cálculo del indicador no sólo los locales comerciales con actividad, sino también los cerrados (es decir todos los existentes), siguen sin alcanzarse estos valores. Así pues, los resultados de este indicador en particular nos lleva a pensar que quizás exista algún error, o bien en la toma de datos, o bien en el cálculo del indicador.

Probablemente los peores resultados globales sean los que arrojan la calidad y cantidad de espacios verdes y biodiversidad, del que se han llegado a obtener cinco indicadores sin que se cumpla el mínimo en ninguno de ellos. Así, ni el índice biótico del suelo es óptimo (en sólo 20 de los 72 cuadrantes se alcanza un índice biótico superior a 0,20), ni el espacio verde por habitante (3.6m²/hab), la proximidad simultánea a zonas verdes (ya que no toda la población tiene acceso simultáneo a las 3 categorías de espacio verde tipificadas) o la densidad de arbolado, lo que se extrema al constatar la inexistencia de corredores verdes urbanos. Así mismo, al revisar la documentación gráfica, se puede observar que los pocos valores positivos alcanzados se concentran en las grandes zonas verdes de los "nuevos" barrios, y en la toma en consideración de la gran huella de la playa de vías ferroviarias como suelo permeable.

Por el contrario, los mejores resultados globales se obtienen en cuanto al metabolismo urbano, cumpliéndose el objetivo deseable tanto en proximidad a puntos de recogida de residuos como a puntos limpios.

Y por último, a pesar de una cierta infradotación, los resultados relativos a cohesión social no son malos en el conjunto del ámbito. Aquí nos encontramos con unos valores aparentemente contradictorios. En cuanto a la dotación de equipamientos (superficie de parcela destinada) son las zonas centrales y los barrios desarrollados antes de los últimos 20 años los que presentan infradotación en cuanto a la población residente. Sin embargo, en estos tejidos existe una mayor proximidad a los equipamientos existentes (aunque por superficie sean insuficientes), por lo que se cumple el indicador de accesibilidad. Por el contrario, en la zona desarrollada en los últimos años (PAU1), en la que se alcanzaban valores aceptables de dotación, no se cumplen los niveles de accesibilidad simultánea propuestos.

Todo lo anterior corrobora la hipótesis de la vulnerabilidad del ámbito de estudio, provocada en gran medida por la presencia de la gran infraestructura ferroviaria. Es el momento de suturar la herida, para lo que es necesario no sólo la voluntad social y política, sino la intervención de profesionales del urbanismo capaces de emplear herramientas como las utilizadas aquí, para diagnosticar y proponer soluciones que doten a la ciudad de la compacidad, complejidad, eficiencia y cohesión adecuados, y al margen de ideas preconcebidas.

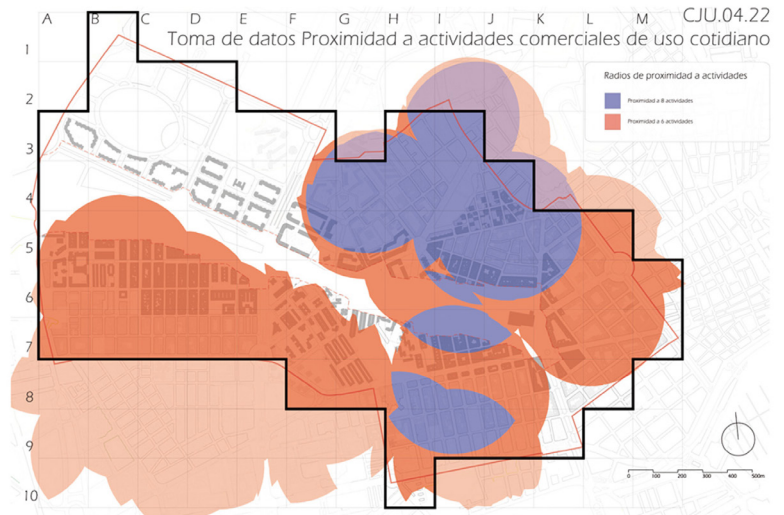


Fig. 6. Representación gráfica de la toma de datos del indicador de proximidad a Actividades Comerciales de Uso Cotidiano. Alumnos: Gonzalo Aranguren, Fernando Jiménez, Álvaro Juan y José Luis Paniagua. Junio 2014.

Graphical representation of the data from the indicator of proximity to everyday business. Students: Gonzalo Aranguren, Fernando Jiménez, Álvaro Juan and José Luis Paniagua. June 2014.

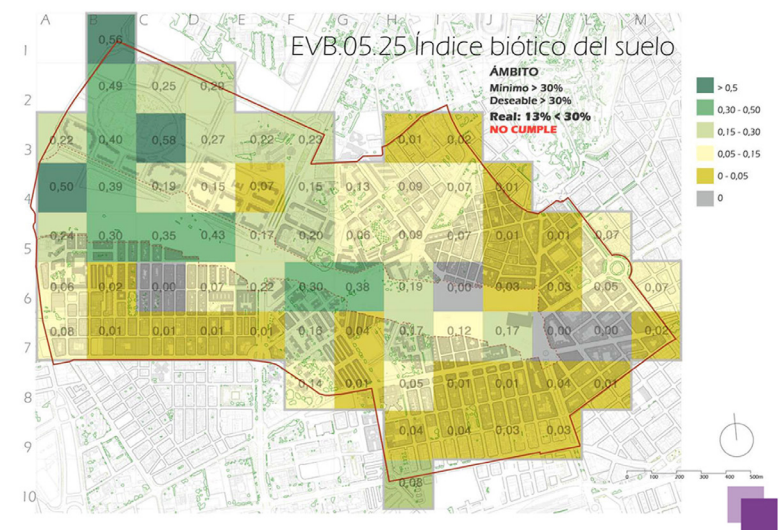


Fig. 7. Representación gráfica del indicador de Índice Biótico del Suelo. Alumnos: Alberto Cantos, Jorge Flores, Dolores Hoya y Javier Urbán. Junio 2014.

Graphical representation of the biotic index of the floor indicator. Students: Alberto Cantos, Jorge Flores, Dolores Hoya and Javier Urbán. June 2014.

is necessary, not only the social and political will, but the intervention of urban planning professionals to use tools like those used here, to diagnose and propose solutions that equip the city with proper compactness, complexity, efficiency and cohesion, aside from preconceived ideas.

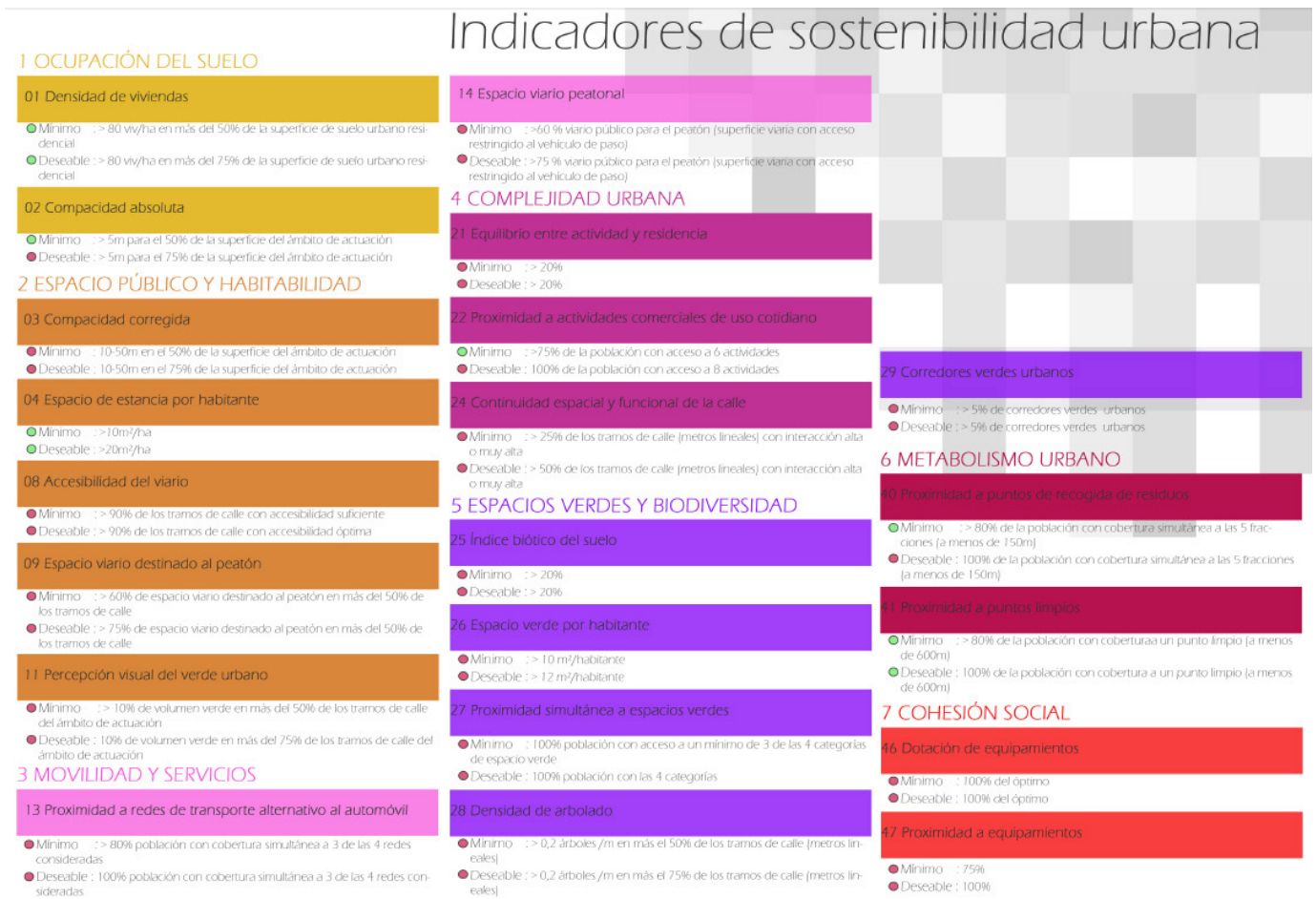


Fig. 8. Resultados obtenidos tras la aplicación de los Indicadores de sostenibilidad en el área de trabajo. Alumnos: Javier Ballester, Antonio Manuel Durá, María Elina Marco y Laura Martín. Junio 2014.

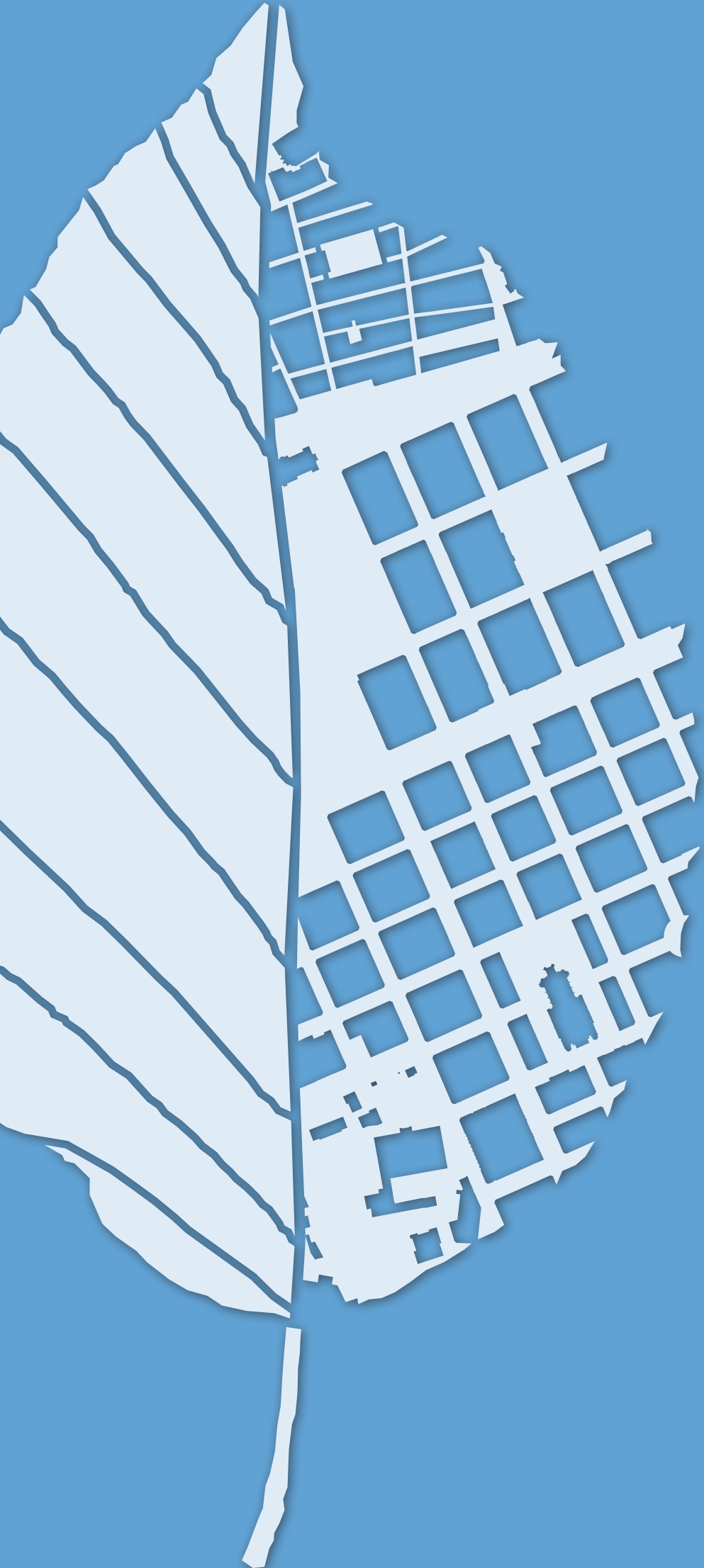
Results obtained after the application of sustainability indicators in the work area. Students: Javier Ballester, Antonio Manuel Durá, María Elina Marco and Laura Martín. June 2014.

REFERENCES / REFERENCIAS

1. <https://parquecentralalicante.wordpress.com/>

BIBLIOGRAPHY / BIBLIOGRAFÍA

1. ÁBALOS, Iñaki; HERREROS, Juan. Áreas de impunidad. Barcelona: ACTAR, 1997.
2. RUEDA, Salvador. Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano. Madrid: Ministerio de Fomento, 2012.
3. RUEDA, Salvador. Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla. Barcelona: Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla, 2008.



posters

Criterios Ecosostenibles aplicados a la rehabilitación energética de un edificio con fachadas de fábrica y entramado de madera

Ecosustainable guideline applied to the energetic refurbishment of a building with brickwork and timber framework facades

Marta Epelde Merino¹

RESUMEN

La obra que se presenta es un caso de rehabilitación eco sostenible en un edificio de reciente construcción y sin embargo gravemente deteriorado. Se trata de un edificio exento con fachadas compuestas por distintos tipos de cerramientos que cuentan con acabados y características constructivas diferentes. La actuación surge por las graves patologías que presentaba el edificio y que lo estaban convirtiendo en inhabitable e insalubre. La rehabilitación propuesta inicialmente para el edificio objeto de la intervención, preveía la demolición completa del cerramiento, desalojo temporal de los vecinos, nuevos acabados interiores, nuevas carpinterías, traslado de instalaciones, generación de grandes cantidades de residuos, uso de aislamientos sintéticos y alto coste económico. Con la actuación que presentamos, la innovación consiste en llevar la rehabilitación a un nuevo concepto: la Rehabilitación Ecosostenible.

La rehabilitación con materiales ecológicos a menudo se considera una actuación poco habitual y más cara que los sistemas tradicionales. Sin embargo, este proyecto va más allá de los materiales y demuestra que una Rehabilitación Ecosostenible que gestiona y estudia múltiples factores, es un modelo que funciona: se han bajado los costes previstos inicialmente, es respetuosa con el medio ambiente, energéticamente eficiente, ha reducido la cantidad de residuos de construcción generados en obra y ha sido un ejemplo de éxito que hemos reproducido en otro edificio de la zona.

Los principios y resultados de la Rehabilitación Ecosostenible han sido: a) Conservación y Recuperación: menos residuos, menor uso de materias primas y menor volumen de obra, por lo que la intervención ha sido económicamente viable. b) Eficiencia Energética: mayor confort, menor demanda energética, menor gasto energético en uso, menos emisiones de CO₂. c) Materiales ecológicos y Bioconstrucción: mejor análisis de ciclo de vida, materiales respetuosos con el medio ambiente, sin toxicidad, mejora de la salubridad interior.

El sistema de aislamiento térmico exterior utilizado, es uno más de los pilares de esta Rehabilitación Ecosostenible. Se trataba de buscar una solución que, además de aportar eficiencia y protección al edificio, lo hiciera con materiales sostenibles y con poca huella ecológica. Es importante recalcar que todos los materiales utilizados en la sección constructiva del aislamiento, cumplen el requisito de ecología propuesto, desde los morteros a las pinturas, pasando por los aislamientos.

Key words: Rehabilitación, eficiencia energética, sostenibilidad, ecología, bioconstrucción.

(1) Departamento de Eficiencia y Sostenibilidad. Kursaal Rehabilitaciones Integrales. E: d.eficiencia@prkursaal.com

Arquitectura Sostenible y Eficiencia Energética



CRITERIOS ECOSOSTENIBLES APLICADOS A LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO CON FACHADAS DE FÁBRICA Y ENTAMADO DE MADERA.

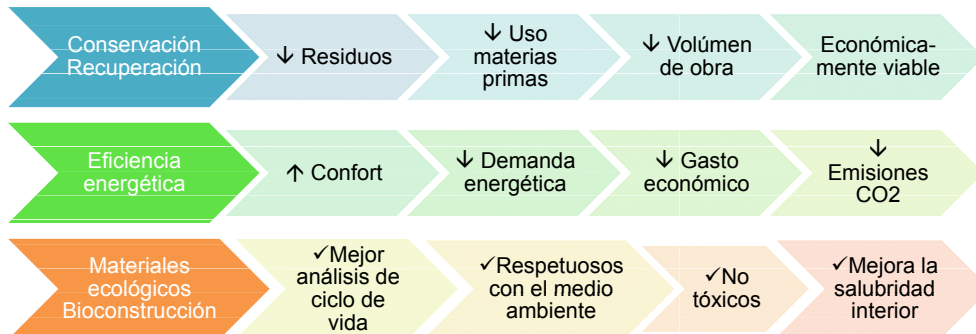
(Ecosustainable guideline applied to the energetic refurbishment of a building with brickwork and timber framework facades)

El uso de materiales ecológicos, a menudo se considera poco habitual y caro. Este proyecto demuestra que una Rehabilitación Ecosostenible que considera múltiples factores, además de los materiales, es un modelo que funciona

La obra que se presenta es un caso de rehabilitación eco sostenible en un edificio de reciente construcción y sin embargo gravemente deteriorado e insalubre. Se trata de un edificio exento con fachadas compuestas por cerramientos de doble hoja de ladrillo con acabados en mortero monocapa en paños lisos de color blanco. Y cerramientos de color azul y blanco constituidos por entramado de madera con placa de yeso al interior, alma de lana de roca de baja densidad y recubrimiento exterior con lamas de madera acabadas con lasure. La rehabilitación propuesta inicialmente suponía el desalojo temporal

del inmueble para proceder a una completa demolición de la hoja de cerramiento existente, con la consiguiente generación de residuos, nuevos acabados interiores, uso de aislamientos sintéticos y alto coste económico. Con la actuación que presentamos, la innovación consiste en llevar la rehabilitación a un nuevo concepto: la Rehabilitación Ecosostenible.

Principios y resultados:



Este tipo de rehabilitación, buscando la reutilización, eficiencia y sostenibilidad, ha permitido contar con múltiples ventajas, que quedan reflejadas en el gráfico superior. A grandes rasgos, se ha evitado la demolición de cerramientos, reducido la cantidad de residuos de construcción generados, han bajado los costes previstos inicialmente, es una obra energéticamente eficiente y que ha sido un ejemplo de éxito que hemos reproducido en otro edificio de la zona.

El sistema de aislamiento térmico exterior utilizado, es uno más de los pilares de esta Rehabilitación Ecosostenible. Se trataba de buscar una solución que, además de aportar eficiencia y protección al edificio, lo hiciera con materiales sostenibles y con poca huella ecológica. Todos los materiales utilizados en la sección constructiva del aislamiento, cumplen el requisito de ecología propuesto, desde los morteros a las pinturas, pasando por los aislamientos.

El éxito de la obra es claro en cuanto a la recuperación y puesta en valor de un edificio que había quedado totalmente deteriorado. Esto hace reflexionar sobre el gran avance que la Rehabilitación Ecosostenible ha supuesto a la hora de mejorar la vida los usuarios, cuidar su economía y cuidar del medio ambiente. Ha sido y es, un modelo para futuras rehabilitaciones donde las propuestas "eco" pueden y deben encontrar su lugar.



Análisis de envolventes para la optimización energética de viviendas unifamiliares en clima tropical

Envelope analysis for the energy optimization of single family house in tropical weather

Yokasta García Frómeta¹, Eduardo Rojí¹, Jesús Cuadrado¹, Jesús María Blanco¹, Maggi Madrid¹

RESUMEN

La obra que se presenta es un caso de rehabilitación eco sostenible en un edificio de reciente construcción y sin embargo gravemente deteriorado. Se trata de un edificio exento con fachadas compuestas por distintos tipos de cerramientos que cuentan con acabados y características constructivas diferentes. La actuación surge por las graves patologías que presentaba el edificio y que lo estaban convirtiendo en inhabitable e insalubre. La rehabilitación propuesta inicialmente para el edificio objeto de la intervención, preveía la demolición completa del cerramiento, desalojo temporal de los vecinos, nuevos acabados interiores, nuevas carpinterías, traslado de instalaciones, generación de grandes cantidades de residuos, uso de aislamientos sintéticos y alto coste económico. Con la actuación que presentamos, la innovación consiste en llevar la rehabilitación a un nuevo concepto: la Rehabilitación Ecosostenible.

La rehabilitación con materiales ecológicos a menudo se considera una actuación poco habitual y más cara que los sistemas tradicionales. Sin embargo, este proyecto va más allá de los materiales y demuestra que una Rehabilitación Ecosostenible que gestiona y estudia múltiples factores, es un modelo que funciona: se han bajado los costes previstos inicialmente, es respetuosa con el medio ambiente, energéticamente eficiente, ha reducido la cantidad de residuos de construcción generados en obra y ha sido un ejemplo de éxito que hemos reproducido en otro edificio de la zona.

Los principios y resultados de la Rehabilitación Ecosostenible han sido: a) Conservación y Recuperación: menos residuos, menor uso de materias primas y menor volumen de obra, por lo que la intervención ha sido económicamente viable. b) Eficiencia Energética: mayor confort, menor demanda energética, menor gasto energético en uso, menos emisiones de CO₂. c) Materiales ecológicos y Bioconstrucción: mejor análisis de ciclo de vida, materiales respetuosos con el medio ambiente, sin toxicidad, mejora de la salubridad interior.

El sistema de aislamiento térmico exterior utilizado, es uno más de los pilares de esta Rehabilitación Ecosostenible. Se trataba de buscar una solución que, además de aportar eficiencia y protección al edificio, lo hiciera con materiales sostenibles y con poca huella ecológica. Es importante recalcar que todos los materiales utilizados en la sección constructiva del aislamiento, cumplen el requisito de ecología propuesto, desde los morteros a las pinturas, pasando por los aislamientos.

(1) Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea E: yigarcia001@ehu.eus

Arquitectura sostenible y Eficiencia energética

ANÁLISIS DE ENVOLVENTES PARA LA OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN CLIMA TROPICAL

Yokasta García¹, Eduardo Rojí², Jesús Cuadrado³, Jesús M^o Blanco⁴, Maggi Madrid⁵.

Alameda Urquijo S/N, 48013, Bilbao, Vizcaya, España, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Bilbao, Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

¹Investigadora Pre-doctoral, ²Doctor Ingeniero Industrial (UPV/EHU); ³yigarcia001@ehu.eus, ⁴eduardo.roji@ehu.eus, ⁵jesus.cuadrado@ehu.eus, ⁴jesusmaria.blanco@ehu.eus, ⁵maggi.madrid@ehu.eus

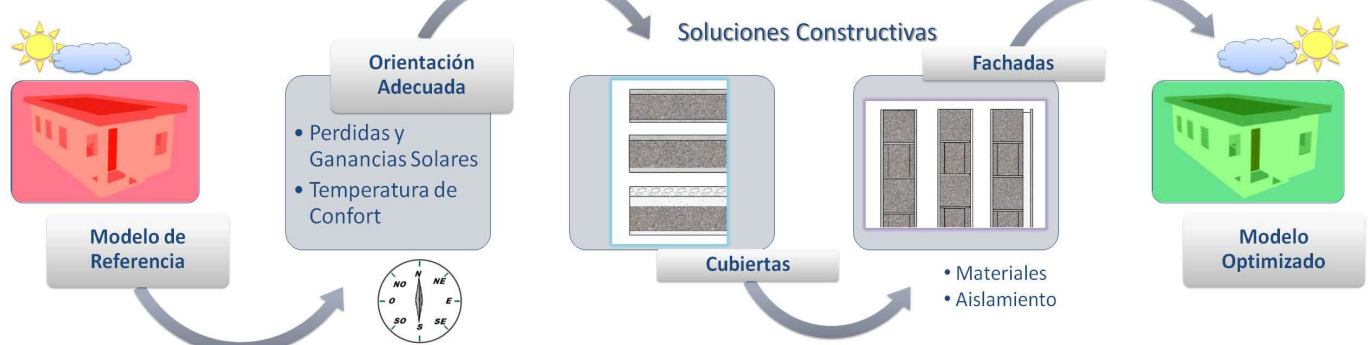
INTRODUCCIÓN En los países de climas cálidos y húmedos, las temperaturas de sus viviendas alcanzan valores superiores a los considerados por el rango de confort térmico, siempre y cuando no se utilicen mecanismos de HVAC con elevado consumo de energía. El presente estudio plantea alternativas eficientes para la envolvente de las viviendas, que permitan la reducción del consumo energético a un bajo costo, centrando el análisis concretamente en las viviendas tradicionales de la República Dominicana, país ubicado en la franja intertropical.

OBJETIVO

El análisis persigue lograr que las edificaciones residenciales unifamiliares planteadas, puedan presentar temperaturas internas más cercanas a las temperaturas de confort, planteando un consumo energético nulo, debido a los escasos recursos de sus propietarios.

Para conseguir este objetivo, se ha empleado el software de simulación energética de edificios DesignBuilder, construyendo un modelo de la vivienda tradicional, tal y como se pueden encontrar las mismas en el país.

Figura 1. Esquema de la Investigación



METODOLOGÍA

En este análisis, se pretende plantear distintas soluciones constructivas de cubiertas y fachadas para las edificaciones residenciales unifamiliares características de la República Dominicana, sin modificar las técnicas constructivas tradicionales y los materiales del entorno. Se realizaron siete (7) modelos diferentes: un modelo de referencia tradicional, y partiendo de él, dos con modificaciones de cubiertas, dos con fachadas alternativas y dos combinaciones de las anteriores (Cubiertas y Fachadas), cada uno de ellos simulados para dos semanas de diseño del año (verano e invierno) y para las ocho (8) orientaciones propuestas, generando un total de 112 simulaciones analizadas.

MODELO DE ESTUDIO

El caso tipo que se analiza, tiene como ubicación la ciudad de Santo Domingo, capital de la República Dominicana. Consta de 50 m² de área funcional, distribuidos en tres dormitorios, un baño, una cocina, una sala-comedor y una pequeña galería. Los cerramientos de bloque de hormigón y cubierta de losa de hormigón.

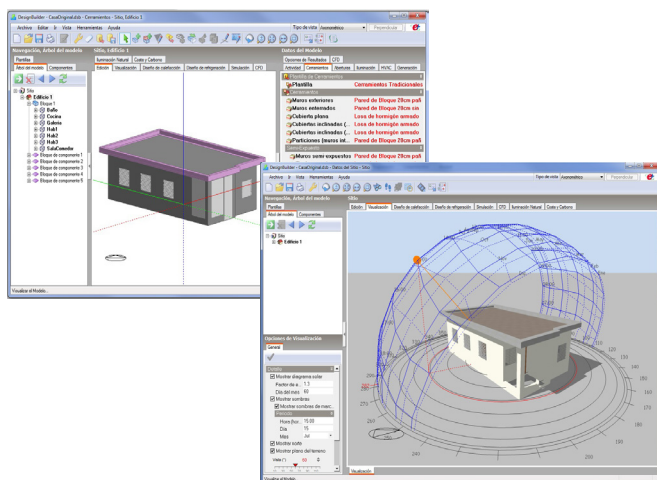


Figura 2. Modelo en DesignBuilder

Las sombras producidas por el sol, en los modelos planteados se analizan, de modo que permitan calcular la absorción de energía solar en los cerramientos y ventanas (Ver Fig. 4). De la radiación solar proyectada, se definen y calculan las temperaturas de operación, del aire y radiantes, con las que cuenta la casa sin ningún tipo de refrigeración, solo permitiendo la ventilación natural dentro de la misma.

AGRADECIMIENTOS: Financiación del Grupo de Investigación IT 781-13.

CONCLUSIONES

El análisis de todas estas soluciones y orientaciones nos permite asegurar que no existe una solución única y óptima para las condiciones de verano e invierno, ya que la mejor orientación no coincide en todas las estaciones, pero si coinciden en la peor orientación para ambas semanas de evaluación.

Teniendo en cuenta los costos de la actuación y la sencillez en la realización de la misma, es preferible actuar sobre la cubierta, lo que permite obtener un mayor beneficio en la época de verano, y siendo aceptable en invierno. En las actuaciones en fachadas, se obtienen peores resultados para el verano, aunque en invierno está muy cerca de la temperatura de confort interior en la vivienda. Y sobre la modificación combinada en cubierta y fachadas, es la que se encuentra más cerca del confort térmico en la época más calurosa, pero en invierno se aleja del confort térmico, llegando a presentar temperaturas más bajas que las del exterior.

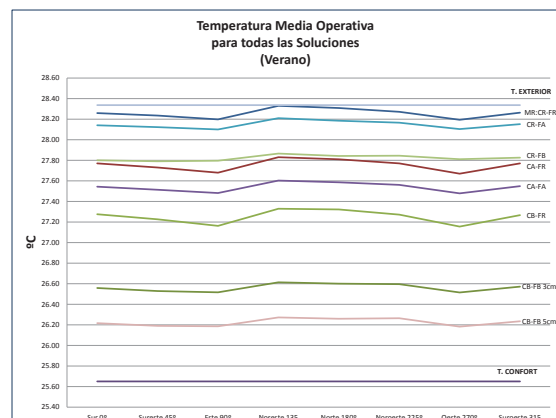


Figura 3. Temperaturas Medias de los Modelos

Caparroso, la resistencia de una villa en permanente riesgo

Caparroso, the resistance of a town in permanent risk

Marta Jauregui Virto¹

RESUMEN

Caparroso es una villa de 2813 habitantes de la ribera Navarra, cuya antigüedad según la documentación escrita se remonta al siglo IX, de la que apenas quedan vestigios de su pasado por los continuos traslados del núcleo urbano debido a los efectos de los fenómenos naturales que han provocado que la práctica totalidad de sus edificios sean del siglo XX. El primer Caparroso que se conoce tiene su origen en el año 887, cuando se cita la edificación de un castillo árabe en un lugar habitado por una comunidad campesina junto al río Cidacos y los campos de cultivo. Tras la conquista cristiana éste se transformó en un castillo medieval con muralla en la que albergar a los vecinos. En el siglo XI se construye una torre alejada más de tres kilómetros de este enclave en una zona elevada a modo de vigía con el fin de comunicarse con los pueblos vecinos. En 1092 el obispo de Pamplona dona la iglesia de Caparroso a un importante monasterio francés, que construye una abadía para residencia de sus clérigos junto a la torre, no junto al castillo, donde a lo largo del siglo XIV se construye una gran iglesia. Hay que destacar que durante este siglo XIV, alternaron varios ciclos de importantes fenómenos climatológicos como las lluvias torrenciales de los años 1304-1316 que llevaron aparejadas inundaciones y riadas provocadas por la crecida del río Cidacos afectando a las construcciones situadas en sus orillas, o las grandes lluvias y fríos rigurosos que arruinaron las cosechas de 1346 y 1347, así como la acción conjunta e interrelacionada de malas cosechas y enfermedades epidémicas que produjeron una gran mortandad. Todo este conjunto de fenómenos provocó que los vecinos, en lugar de reconstruir las edificaciones arruinadas en la llanura, decidieran trasladarse a una zona alta protegida, que ya estaba habitada y donde existía una gran iglesia. Este primer traslado del núcleo urbano supuso el abandono del castillo que se convirtió en un enclave puramente militar que desapareció en el año 1408 debido al colapso de la peña en la que estaba asentado por las avenidas del río que habían dañado la cimentación y los estragos de la guerra que acabaron de arruinarlo. A partir del siglo XVI se produce una época de paz que supuso un nuevo desplazamiento del núcleo urbano, en este caso ladera abajo debido a que los vecinos buscaban una mejor accesibilidad a los campos de cultivo. Este dato lo conocemos debido a que en el año 1564 se realiza un proyecto para la construcción de una nueva iglesia en Caparroso a petición del cabildo eclesiástico y secular así como de los propios vecinos, debido a que la antigua iglesia se encontraba lejos del "cuerpo del pueblo" con el fin de facilitar la asistencia a los oficios divinos y evitar robos en la parroquia que estaba muy apartada de las casas y desierta. A principios del siglo XX los factores climatológicos y la acción de las fuerzas naturales suponen un nuevo traslado del núcleo urbano debido a la erosión del terreno, en este caso debido al río Aragón, que había desviado su curso a lo largo de los años, provocando el desgaste de la peña y socavando los cimientos de las casas, lo que dio lugar a que en el año 1903 el Ayuntamiento desalojara varias casas que amenazaban ruina. Este problema hizo que se construyera una nueva urbanización de viviendas en la zona más baja, con una nueva iglesia, abandonándose el llamado barrialto que empezó a desmoronarse. De las tres antiguas ubicaciones apenas quedan restos, la primera se ha convertido en campos de cultivo, la segunda ha sufrido la erosión de barranqueras y los pocos restos están ocultos por tierra y vegetación, y la tercera sufrió una voladura controlada por las autoridades municipales para evitar riesgos. Caparroso ha sabido persistir a lo largo de su historia desplazando dentro del término a sus vecinos, edificaciones e iglesias.

Palabras clave: erosión, inundaciones, viviendas, iglesia, traslado.

(1) Arquitecto E: mjauregui@coavn.org

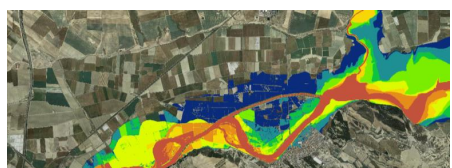
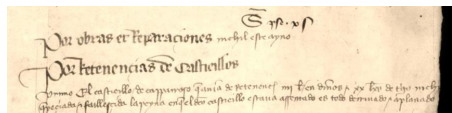
Caparroso, la resistencia de una villa en permanente riesgo

MARTA JAUREGUI VIRTO / AYO. DE CAPARROSO. / 620485089 / mjauregui@coavn.org / PLAZA DE ESPAÑA, 12, 31380 CAPARROSO (NAVARRA)
DOCTORANDA EN EL PROGRAMA DE DOCTORADO DE LA UPV-EHU: "PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO, CIVIL Y URBANÍSTICO Y REHABILITACIÓN DE CONSTRUCCIONES EXISTENTES"

La estrategia utilizada por la villa navarra de Caparroso para volver a alcanzar el equilibrio roto por los desastres sufridos en su núcleo urbano a lo largo de la historia, ha sido el desplazamiento de sus edificios y pobladores por su término.

1º EMPLAZAMIENTO: El primer emplazamiento del que tenemos noticias, en el año 887, se encontraba junto al río Cidacos y los campos de cultivo que eran regados por este mediante un sistema de acequias. Esta ubicación sufría las consecuencias de las riadas e inundaciones del río que justificaba su existencia, sin embargo dichos pobladores asumían el riesgo frente al beneficio que obtenían.

Durante los años 1300-1350 se alternaron varios ciclos de importantes fenómenos climatológicos como lluvias torrenciales que provocaron aparejadas inundaciones y riadas por la crecida del río Cidacos, o episodios de fríos rigurosos que arruinaron las cosechas, que combinadas con enfermedades epidémicas, produjeron una gran mortandad. Además, a estos desastres de la naturaleza se les sumaron una serie de períodos de guerras, por lo que teniendo en cuenta que este primer emplazamiento se encontraba en una situación desprotegida en la llanura, los vecinos de Caparroso decidieron rehacer sus casas en un emplazamiento elevado cercano donde ya existía una torre de vigilancia y una abadía de monjes de Conques, dejando en la ubicación original un castillo que debido a los efectos del río y las guerras en 1408 acabó por derruirse.



2º EMPLAZAMIENTO: El segundo lugar elegido por los vecinos de la villa en el siglo XIV es un terreno elevado que ya contaba con una serie de edificios religiosos (una abadía) y defensivos (una torre con sus palacios anexos). Esta nueva ubicación ofrecía seguridad a los vecinos frente a los fenómenos climatológicos y las crecidas de los ríos, pero no permitía un control sobre los campos de cultivo que era la razón de su implantación en el territorio, por lo que las viviendas fueron ocupando las zonas más bajas abandonando el nuevo emplazamiento, de manera que en el año 1564, se hace necesario construir una nueva iglesia a petición del cabildo y de los propios vecinos, debido a que la antigua iglesia se encontraba lejos del "cuerpo del pueblo" con el fin de "facilitar la asistencia a los oficios divinos y evitar robos en la parroquia que estaba muy lejos de las casas y desierta".

De este emplazamiento quedan algunos vestigios en su parte más alta que ahora están en fase de estudio por un equipo de arqueólogos, en la parte más baja, la erosión de las barranqueras se ha llevado los restos de la abadía que se erigió a lo largo del siglo XII dejando en soledad a la antigua iglesia de Santa Fe, único edificio del Caparroso medieval que se encuentra en grave estado de ruina.



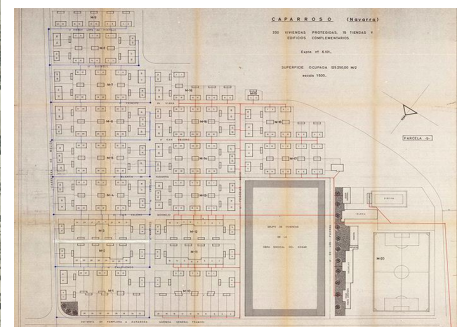
3º EMPLAZAMIENTO: Este nuevo emplazamiento es consecuencia del desplazamiento ladera abajo de las nuevas viviendas que se iban construyendo, las cuales llegaron hasta el borde de la peña sobre el río Aragón. En este caso los problemas tienen su origen en el desplazamiento del cauce del río que desgastaba la peña sobre las que estaban situadas las viviendas, lo que unido a que se trata de un terreno de vetas de yeso, provocaba que se produjeran deslizamientos en el terreno que dañaba los cimientos de las casas. En el año 1903 se produjo un gran corrimiento de tierras que provocó que el Ayuntamiento desalojara varias casas que amenazaban ruina derribando las que habían quedado dañadas. Tan grave fue el suceso que se publicó en todos los noticieros de la época solicitando el desvío del río Aragón.

A partir de este momento y ante la falta de viviendas los vecinos más pobres, en lugar de abandonar el municipio, buscaron el cobijo para ellos y sus familias en cuevas horadadas en el monte. Esas cuevas se fueron situando a lo largo de cuatro peñas alargadas de oeste a este, de manera que quedaban protegidas del cierzo, conocidas como Vales ("Val de Zalduendo, Val del Cuarte, Val de la Tejería y Val del camino viejo").



4º EMPLAZAMIENTO: En el año 1946 el río no se había desviado y seguía causando nuevos corrimientos de tierra con la consiguiente desaparición de casas e incluso calles enteras. Se encontraban arruinados la Casa Consistorial, el edificio que albergaba el Hospital e incluso la Iglesia parroquial. La situación de la villa era de 2.844 habitantes, distribuidos en 200 edificios habitables, 80 ruinosos y 283 cuevas que no reunían las condiciones higiénicas y de habitabilidad.

En los años 1952 y 1959 el Patronato "Francisco Franco" y la "Obra Sindical del Hogar" construyeron respectivamente 300 y 57 nuevas viviendas en unos terrenos denominados Barrio del Guindul que contaron con iglesia, escuelas, piscina y campo de fútbol. Sin embargo, aunque este emplazamiento se encuentra a salvo de los corrimientos de tierra, no se tuvo en cuenta su situación expuesta a las avenidas del río Aragón y de sus barrancos afluentes, por lo que también ha sufrido inundaciones a lo largo de los años que han supuesto daños materiales. Hay que destacar que a pesar de que este último emplazamiento ha sido planificado (no como los anteriores), tampoco se han tenido en cuenta factores de tipo ambiental.



Caparroso apenas cuenta con huellas de su pasado, ya que los diferentes traslados de la población por el término municipal le han dejado con pocos vestigios de su historia urbana y de restos de las edificaciones que ocuparon sus vecinos. Todo ello a pesar de que la primera noticia escrita del lugar se remonta al siglo IX. Sin embargo, los vecinos de Caparroso son un claro ejemplo de resiliencia por su capacidad de resistir condiciones adversas particularmente extremas, adaptándose a las novedades sin desaparecer.

La forma de responder de nuestros núcleos urbanos frente a los efectos de los fenómenos naturales ha cambiado a lo largo de la historia, de la misma manera que ha cambiado nuestra necesidad de vivienda y la forma de construir las ciudades, por eso es importante conocer la evolución urbana de cada ciudad en el diseño de las estrategias que nos ayuden a conseguir un desarrollo sostenible adecuado a cada uno de los distintos núcleos.

Reutilización de áridos reciclados cerámicos en la fabricación de bovedillas y viguetas de hormigón utilizadas en forjados de edificación

Reuse of ceramic recycled aggregates in precast concrete floor slabs

Fernando López Gayarre¹, Pedro Jesús Fernández Arias¹, Carlos López-Colina Pérez¹, Miguel Serrano López¹, Rubén Blanco Viñuela¹, Luisa Pani²

RESUMEN

En este trabajo se recogen los resultados de un estudio experimental realizado para reutilizar residuos cerámicos como sustitutos de los áridos naturales en la fabricación de hormigón. El objetivo final es utilizar estos residuos para fabricar bovedillas y viguetas de hormigón habitualmente utilizadas en forjados de edificación. Los áridos reciclados utilizados proceden de los residuos generados en la fabricación de productos cerámicos para la construcción. La procedencia industrial, no de demoliciones, de los áridos reciclados cerámicos (ARC) permite, por un lado, un mejor conocimiento de sus propiedades [2] y por otro una salida sostenible a los residuos de las fábricas de prefabricados cerámicos. Se ha sustituido tanto la fracción gruesa como la fracción fina, ya que se han obtenido resultados satisfactorios en hormigones de altas prestaciones [3]. La sustitución del árido natural por el ARC se realiza en volumen. Los porcentajes de sustitución han sido el 20%, el 35%, el 50%, el 70% y el 100%. Los trabajos se han llevado a cabo en tres fases. En la primera, se procesó el material en una planta de machaqueo para obtener las granulometrías adecuadas y, posteriormente, se procedió a caracterizar los ARC. En la segunda fase se procedió a caracterizar física y mecánicamente el hormigón fabricado. En la última fase se fabricaron cuatro series de viguetas pretensadas y cinco de bovedillas con los distintos porcentajes de sustitución, así como una serie de viguetas de control. Se realizaron ensayos de resistencia a flexión y a cortante de la vigueta aislada y de resistencia a flexión y a carga concentrada de la bovedilla. Actualmente, se están llevando a cabo ensayos de durabilidad en distintos tipos de ambiente. Con los resultados obtenidos se ha determinado que la fracción fina, junto con la fracción gruesa del árido reciclado cerámico puede utilizarse en estas aplicaciones. Hay que resaltar que, en la actualidad, la normativa vigente en España [4] prohíbe la utilización de áridos reciclados en elementos pretensados y solo contempla el uso de áridos reciclados de hormigón para usos estructurales. A la vista de los resultados obtenidos se puede considerar la posibilidad de introducir una mayor flexibilidad en dicha normativa.

Referencias:

[1] A.V. Alves, T.F. Vieira, J. de Brito, J.R. Correia, Mechanical properties of structural concrete with fine recycled ceramic aggregates, *Construction and Building Materials* 64 (2014) 103–113. [2] José Ángel Pérez Benedicto, Estudio experimental sobre propiedades mecánicas del hormigón reciclado con áridos procedentes de la no calidad en prefabricación, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 2011. [3] A. Gonzalez-Corominas, M. Etxeberria, Properties of high performance concrete made with recycled fine ceramic and coarse mixed aggregates, *Construction and Building Materials* 68 (2014) 618–626. [4] Ministerio de Fomento, EHE-08: Instrucción de hormigón estructural, Ed. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Fomento, Madrid, 2008.

Palabras clave: Áridos reciclados cerámicos, prefabricados de hormigón, forjados de edificación.

SUSTAINABLE ARCHITECTURE AND ENERGY EFFICIENCY

Reuse of ceramic recycled aggregates in precast concrete floor slabs

Fernando López Gayarre⁽¹⁾, Pedro Jesús Fernández Arias⁽¹⁾, Rubén Blanco Viñuela⁽¹⁾, Carlos López-Colina Pérez⁽¹⁾, Miguel Serrano López⁽¹⁾, Luisa Pani⁽²⁾ (1)Universidad de Oviedo, España, Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación. (2)Università di Cagliari, Italia lgayarre@uniovi.es

Sustainable output of ceramic waste and its suitability for precast of structural concrete elements

MAIN GOAL: Experimental study about the reuse of waste from industrial ceramics as recycled aggregates in the manufacture of precast concrete joists and blocks for floor slabs in buildings.

METHODOLOGY: The work has been carried out in three phases. At first time, the material was processed in a crushing plant to obtain the right sizes. Then recycled ceramic aggregates were characterized. In the second phase the physical and mechanical properties of the concrete were determined. In this study the coarse and the fine fractions of the natural aggregates have been replaced. The substitution levels in volume were 20%, 35%, 50%, 70% and 100%. In the last stage, several series of pre-stressed joists and blocks with the previous substitution levels were made. Flexural and shear strength tests in the isolated joist and flexural strength and concentrated load tests in the blocks were performed.

STAGE 1: Processed and characterization of the CRA



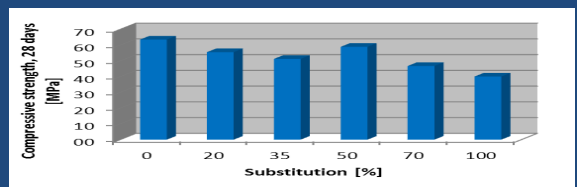
Mix proportions:

Substitution [%]	Cement [kg/m ³]	Water [l/m ³]	Natural grave 4/10 mm [kg/m ³]	Washed sand 0/4 mm [kg/m ³]	Sand 0/4 mm [kg/m ³]	CRA [kg/m ³]
0	400	142.0	810.0	1158.0	70.0	0.0
20	400	176.5	648.0	926.4	56.0	307.6
35	400	202.4	421.2	602.2	36.4	538.3
50	400	228.2	210.6	301.1	18.2	769.1
70	400	262.7	63.2	90.3	5.5	1076.7
100	400	314.4	0.0	0.0	0.0	1538.1

STAGE 2: Characterization of concrete with CRA



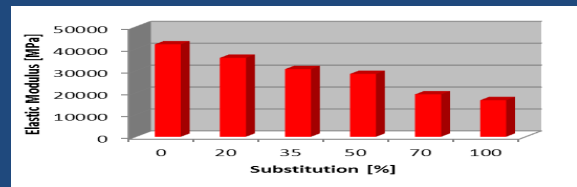
Compressive strength 28 days:



STAGE 3: Manufacturing and testing of joists and blocks with CRA



Elastic Modulus:



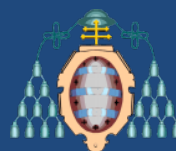
CONCLUSIONS: With the results obtained, it was determined that the fine fraction can be used together with the coarse fraction of CRA in these applications. Note that the current regulations in Spain forbid the use of recycled aggregate in prestressed elements and only the use of recycled concrete aggregates is allowed for structural applications. According to the obtained results, a greater flexibility in the regulation could be considered.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to express their gratitude to the Ministry of Economy and Competitiveness (Spain) for its support through the project ref. BIA2012-30915

REFERENCES

- A.V. Alves, T.F. Vieira, J. de Brito, J.R. Correia. Mechanical properties of structural concrete with fine recycled ceramic aggregates. Construction and Building Materials 64 (2014) 103–113
- José Ángel Pérez Benedicto. Estudio experimental sobre propiedades mecánicas del hormigón reciclado con áridos procedentes de la no calidad en prefabricación. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 2011
- A. Gonzalez-Corominas, M. Etxebarria, Properties of high performance concrete made with recycled fine ceramic and coarse mixed aggregates. Construction and Building Materials 68 (2014) 618–626



Universidad de Oviedo

Departamento de Construcción e Ingeniería de Fabricación

Balance energético de la aplicación de la Ordenanza Municipal de Eficiencia Energética de Donostia/San Sebastián en la rehabilitación de edificios

Energy balance of the implementation of the Municipal Ordinance in Energy Efficiency of Donostia in the refurbishment of buildings

Iker Mardaras Larrañaga¹, Asier Manuel Bengoa¹, Jon Gastañares Lizarriturri¹

RESUMEN

Donostia / San Sebastián es un municipio pionero en el desarrollo e implantación de políticas locales de sostenibilidad y cambio climático. Los últimos años se han aprobado e implantado los siguientes planes y programas que contemplan entre sus objetivos ambientales el ahorro energético, la reducción de las emisiones de CO₂ y la implantación de las energías renovables: el I Plan de Acción Local de la Agenda Local 21 (I PAL 2004 - 2007) y el II PAL 2008 - 2013. En la actualidad, está vigente el III PAL 2015 - 2022, recientemente aprobado.

Asimismo, el 20 de junio de 2008, el Ayuntamiento de San Sebastián firmó su adhesión al Pacto de los Alcaldes y las Alcaldesas contra el Clima. Previamente, se había aprobado el Programa Municipal de Lucha contra el Cambio Climático (2008-2013), y, posteriormente, como consecuencia del compromiso adquirido, se aprobó el Plan de Acción de Energía Sostenible. El pasado año, el Gobierno Local decidió en Junta de Gobierno Local del 20 de junio de 2014 adherirse a la iniciativa de Mayors Adapt o The Covenant of Mayors Initiative on Adaptation to Climate Change, con el que se adquiere el compromiso elaborar una estrategia de adaptación frente al cambio climático para el municipio.

En este contexto, el 1 de junio de 2009 se aprobó la Ordenanza Municipal de Eficiencia Energética y Calidad Ambiental de los Edificios para fijar y exigir unos criterios mínimos de eficiencia energética y ambiental a los edificios construidos nuevos y rehabilitados en la ciudad. Los objetivos principales de la Ordenanza son los siguientes:

- La reducción de la demanda y consumo de la energía de los edificios, mediante estrategias energéticas pasivas de control de la envolvente, y activas promoviendo unas instalaciones energéticamente eficientes.
- La obtención de las adecuadas condiciones de confort, mejorando la calidad de vida de las personas usuarias, en términos de sostenibilidad.
- La introducción de energías renovables, incorporando sistemas de captación de energía solar en los edificios.
- La gestión ambiental en cuanto al control del consumo de agua y la gestión de los residuos domésticos y los procedentes de la construcción y demolición.

La Ordenanza tiene especial incidencia en la rehabilitación de los edificios, ya que va más allá que la normativa básica de la edificación de ámbito estatal (CTE) en la aplicación de las exigencias de rehabilitación energética. La Ordenanza establece la obligación de incorporar criterios de ahorro energético en las rehabilitaciones parciales de la envolvente térmica (cubiertas, fachadas,...) y las instalaciones.

Así, desde su aprobación se han tramitado más de 500 expedientes de obra de rehabilitación y cambio de calderas comunitarias. Como consecuencia, más 6.000 viviendas se han visto afectadas por las exigencias de ésta, y se estima que su incidencia ha podido generar un ahorro energético potencial de 9,82GWh/año en los primeros 5 años de vigencia.

La comunicación muestra la incidencia que ha tenido a nivel municipal en el ahorro energético y en ahorro de las emisiones de CO₂ la aplicación de la Ordenanza en las obras rehabilitación, y reflexionará sobre el contexto y la evolución de estas obras en los años que ha estado vigente la normativa municipal.

Palabras clave: Rehabilitación, ahorro energético, emisiones de CO₂, normativa municipal, balance energético.

(1) Ayuntamiento de Donostia / San Sebastián E: iker_mardaras@donostia.eus

BALANCE ENERGÉTICO DE LA APLICACIÓN DE LA ORDENANZA MUNICIPAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DONOSTIA / SAN SEBASTIÁN EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS

contacto: iker_mardaras@donostia.eus; telf: 943 482 825



El 1 de junio de 2009 se aprobó la **Ordenanza Municipal de Eficiencia Energética y Calidad Ambiental de los Edificios** para fijar y exigir unos criterios mínimos de eficiencia energética y calidad ambiental a los edificios nuevos y a los rehabilitados.

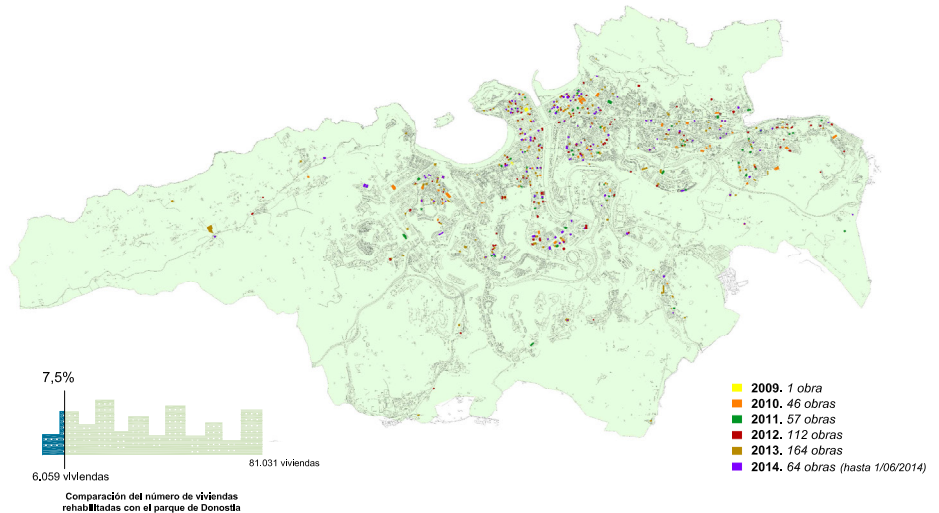
La Ordenanza ha tenido especial incidencia en la rehabilitación de los edificios, ya que va más allá de la normativa básica de la edificación de ámbito estatal (CTE) en la aplicación de las exigencias de rehabilitación energética. **Así, se establece la obligación de incorporar criterios de ahorro energético en las rehabilitaciones parciales de la envolvente térmica (cubiertas, fachadas,...) y en la renovación de las instalaciones.**

Desde su aprobación y hasta junio de 2014, se han tramitado **445 expedientes de obras de rehabilitación**, de las que 203 obras (46 %) han sido para rehabilitar la cubierta, 153 (34 %) para rehabilitar las fachadas, 77 (17 %) para rehabilitar conjuntamente las fachadas y la cubierta, y 12 (3 %) han sido intervenciones puntuales.

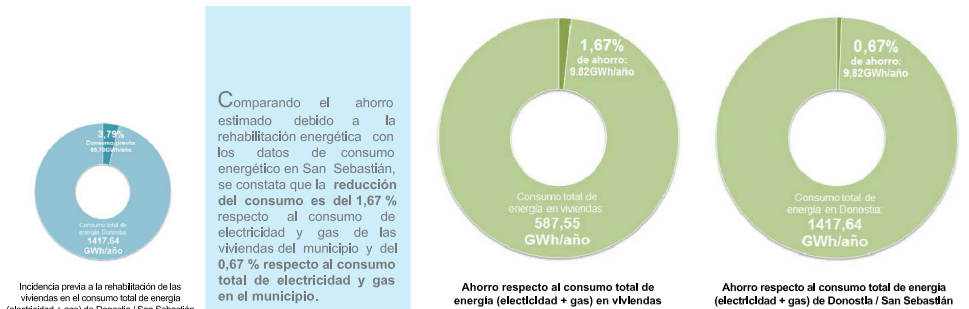
Como consecuencia de ello, se han visto afectadas por **las exigencias de aislamiento en la rehabilitación más 6.000 viviendas** del municipio, aproximadamente el 7,5% de las viviendas del parque edificado de Donostia / San Sebastián.

Se estima que el **ahorro energético** anual obtenido derivado de aplicar criterios de eficiencia en el conjunto de los edificios rehabilitados **puede suponer 9,82 GWh/año**, sobre un consumo teórico anual inicial de los edificios de 55,78 GWh/año. **Así, el ahorro potencial obtenido supone el 17,61 % sobre el consumo inicial de las viviendas antes de ser rehabilitadas.**

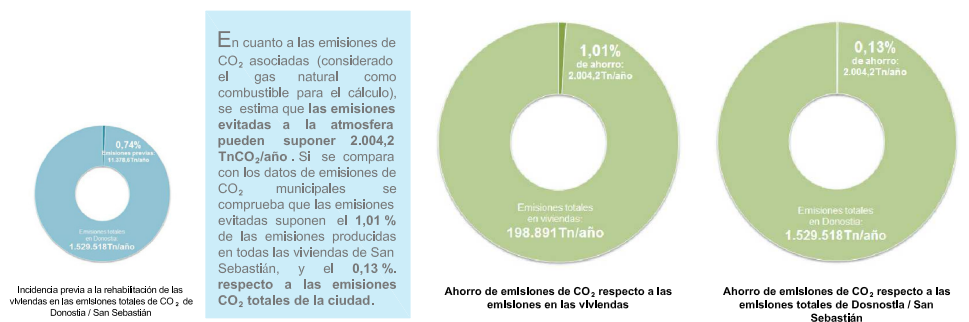
INCIDENCIA EN EL PARQUE EDIFICADO



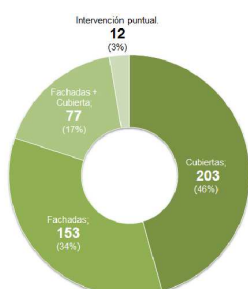
ENERGÍA POTENCIAL AHORRADA



EMISIONES DE CO₂ POTENCIALES AHORRADOS



OBRAS TRAMITADAS



Tipología de expedientes de rehabilitación tramitados por la Ordenanza (1/06/2009 - 1/06/2014)

EJEMPLOS



Modelos de comportamiento térmico en fachadas de madera

Thermal behaviour models in wooden facades

Belinda Pelaz¹, Jesús Cuadrado¹, Jesús Maria Blanco¹, Eduardo Rojí¹

RESUMEN

Se plantea el estudio térmico de diferentes sistemas de fachada de entramado de madera. Para dicho análisis, se selecciona una serie de fachadas completas de madera, es decir, abarcando las diferentes capas que componen el cerramiento, desde la parte más exterior del sistema, como pueden ser listones de madera dispuestos tanto en vertical como horizontal, pasando por el aislamiento, tableros y montantes ubicados en la zona intermedia, y finalizando el recorrido trasversal con el acabado interior, que puede ser tanto yeso como la propia madera. El criterio de selección de las envolventes, se basa en la predominancia de uso, es decir, tipologías de fachada más comunes. Se ha realizado el cálculo de la transmitancia térmica y la posibilidad de aparición de condensaciones, a partir del software de cálculo DX_PIME, Prontuario Informático de la Madera Estructural. Dicho programa permite también realizar el cálculo de la resistencia mecánica de soportes de madera. Además, el software DX_PIME incluye un apartado de cálculo de presupuesto, redacción de pliego de condiciones, y cálculo de la huella de carbono. Estos parámetros resultan indispensables para la optimización y mejora de las soluciones de fachada de cara a satisfacer tanto los objetivos marcados por la Unión Europea y recogidos en el Programa Marco de la UE Horizon 2020, para la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera que repercuten en la reducción de la capa de ozono propiciando el cambio climático, como para satisfacer los requerimientos económicos y prestacionales del usuario. Se analiza el comportamiento de los programas sencillos que tienden a simplificar el análisis de otros programas más complejos, con motores de cálculo más potentes. Estas simplificaciones presentan unos márgenes de error que son analizados en el documento. También se estudiarán soluciones de fachada resueltas exteriormente mediante tablas machihembradas, comprobando la idoneidad de diferentes soluciones planteadas y comprobando del mismo modo los posibles errores de cálculo de la transmitancia térmica entre herramientas sencillas y programas de mayor complejidad. Por último, se analizarán las soluciones planteadas en la climatología del País Vasco, con objeto de analizar la idoneidad de las soluciones propuestas y comprobar las condensaciones intersticiales de cada cerramiento, a partir del programa mencionado anteriormente, como requisito de obligado cumplimiento establecido por el CTE, Código Técnico de Edificación, y vinculado al DB-HS, Documento Básico de Salubridad.

Palabras clave: Fachada, Eficiencia Energética, Sostenibilidad, Transferencia de calor, Métodos numéricos | Facade, Energy Efficiency, Sustainability, Heat transfer, Numerical methods.

(1) Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea E: belinda.pelaz@gmail.com

Arquitectura sostenible y Eficiencia energética

MODELOS DE COMPORTAMIENTO TÉRMICO EN FACHADAS DE MADERA

Belinda Pelaz^{*,1}, Jesús Cuadrado^{**,2}, Jesús María Blanco^{**,3}, Eduardo Rojí^{**,4}, Ramón Losada^{**,5}

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Alameda Urquijo s/n, 48013 Bilbao, Bizkaia, España

[* Investigadora Predoctoral, ** Doctor Ingeniero Industrial (UPV/EHU)]; Email: ¹belinda.pelaz@gmail.com, ²jesus.cuadrado, ³jesusmaria.blanco, ⁴eduardo.roji, ⁵ramon.losada @ehu.eus

Se analiza el comportamiento térmico en dos tipos de soluciones de fachadas realizadas con madera, comparando el modelo de cálculo establecido por el CTE con otros modelos más precisos.

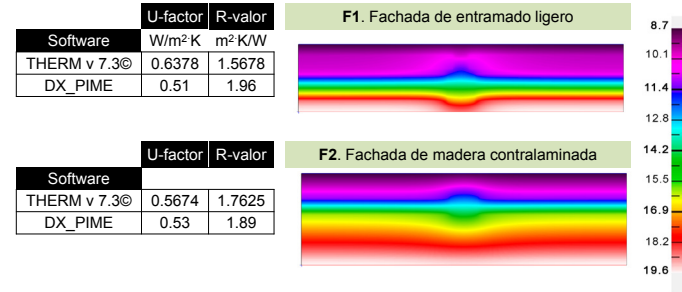
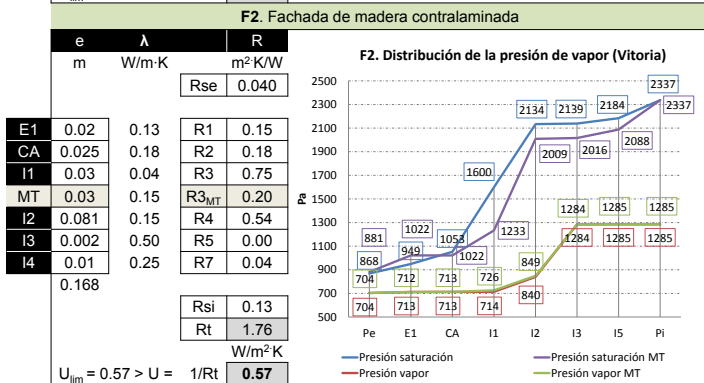
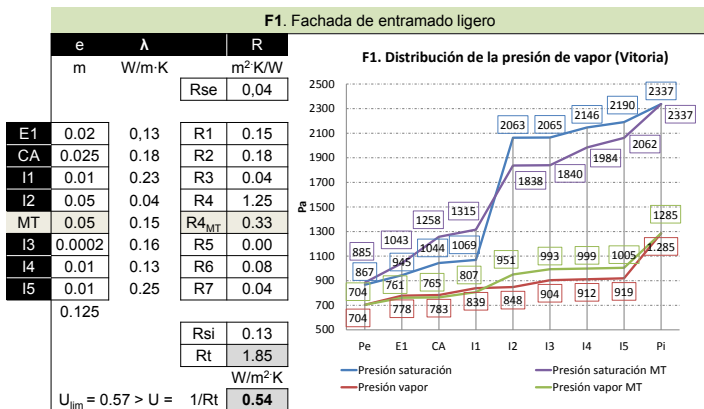
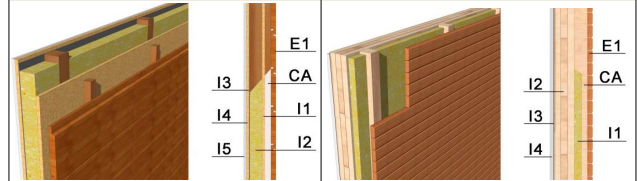
Existen dos variantes en fachadas de madera que son; las formadas por un entramado no estructural que sirve de soporte a las capas de aislamiento y acabado de la fachada (F1), y las que disponen de un elemento portante como puede ser un panel de CLT con una serie de capas de aislamiento y acabado (F2).

Como puede verse, el peso de la segunda opción de madera, F2, hecha a partir de CLT, es 19kg/m² más pesada que la anterior, F1. Sin embargo, si se comparan las soluciones de madera con la fachada de ladrillo, resultan entre un 52 y 65% más ligeras.

Aparte del peso, la madera tiene otras ventajas. Como se sabe, la madera es un material higroscópico, que absorbe humedad cuando hay un elevado porcentaje en el aire de alrededor, y libera humedad cuando hay falta de humedad en el aire. Este mecanismo hace que el ambiente se mantenga en equilibrio.

Mediante el programa DX_PIME (Programa gratuito incluido en la Colección Lur, Dpto. Agricultura del Gobierno vasco) se puede calcular la transmitancia del cierre y comprobar el riesgo de aparición de condensaciones, en ambas tipologías de fachadas presentadas. Como se ve en la tabla inferior, en ambos casos, no se producen condensaciones en el interior de fachada, ni en la sección correspondiente a los montantes (MT), ni en el resto de la solución.

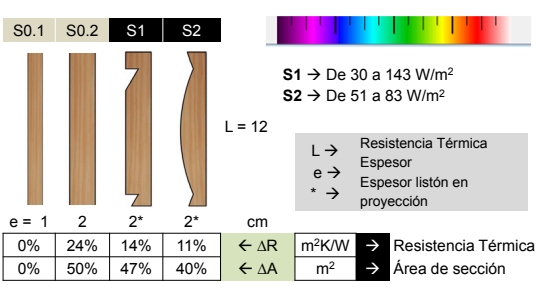
F1. Fachada de entramado ligero			F2. Fachada de madera contralaminada		
E1	MADERA CONÍFERA ($\rho < 435 \text{ kg/m}^3$)	8.7	MADERA CONÍFERA ($\rho < 435 \text{ kg/m}^3$)	8.7	
CA	CÁMARA DE AIRE No ventilada	0	CÁMARA DE AIRE No ventilada	0	
I1	TABLERO DE PARTÍCULAS ($\rho < 1200 \text{ kg/m}^3$)	12	AISLAMIENTO/LANA DE VIDRIO ($\rho = 10\text{-}200 \text{ kg/m}^3$)	1.8	
I2	AISLAMIENTO/LANA DE VIDRIO ($\rho = 10\text{-}200 \text{ kg/m}^3$)	3	MADERA CONTRALAMINADA, CLT ($\rho < 500 \text{ kg/m}^3$)	40	
I3	LÁMINA DE VAPOR (PE) Polietileno	0	LÁMINA DE VAPOR (PE) Polietileno	0	
I4	TABLERO FIBRAS ORIENTADAS ($\rho < 650 \text{ kg/m}^3$)	6.5	PLACA YESO LAMINADO ($\rho = 750\text{-}900 \text{ kg/m}^3$)	8	
I5	PLACA YESO LAMINADO ($\rho = 750\text{-}900 \text{ kg/m}^3$)	8	MONTANTES Y RASTRELES	1.8	
	MONTANTES Y RASTRELES	2.7			
TOTAL (Kg/m ²): 41			TOTAL (Kg/m ²): 60		
PERSPECTIVA Y SECCION			PERSPECTIVA Y SECCION		



Para comparar y validar los datos anteriores, se usa el programa THERM v 7.3©, que es una herramienta de transferencia de calor por elementos finitos bi-dimensional. En este caso, se aprecia como los valores de la de la resistencia térmica difieren. DX_PIME calcula dos secciones, la sección con aislamiento y la sección con montante de madera, obteniendo un valor promediado. Mientras que THERM hace un análisis más detallado de la zona donde se produce un puente térmico.

En el primer caso, la diferencia entre el programa THERM y el DX_PIME, que corresponde al cerramiento F1, es de 18,67%, mientras que en el segundo caso, relativo a F2, la diferencia es sólo de 6,54%. Esto es, cuanto más homogénea es la sección, más cercanos son los resultados entre métodos y a la realidad.

La capa final de acabado también puede tener diferentes composiciones estéticas mediante el uso de elementos machihembrados, esta geometría afecta también en el cálculo frente a una sección de tabla recta modificando la resistencia térmica de esta capa por los puentes térmicos generados.



eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea